

## Über den Kometen des Jahres 1689

von

Dr. J. Holetsehek.

Dieser durch einen langen, gekrümmten Schweif ausgezeichnete Komet ist anfangs December 1689 am Morgenhimmel aus den Sonnenstrahlen herausgetreten und nach einer durch das Mondlicht verursachten einwöchentlichen Unterbrechung noch anfangs Jänner 1690 gesehen worden. Der Kopf des Kometen wurde in Pondicherry und Malaka vom 10. bis zum 23. December beobachtet, als er durch das Sternbild des Wolfes in südlicher Richtung bis zum Stern  $\alpha$  Centauri ging, doch beschränken sich die Ortsbestimmungen, abgesehen von einem Alinement, auf diejenigen Tage, an welchen der Kopf in der Nähe eines mit blossen Augen sichtbaren Fixsternes gestanden ist. Aus diesen, mehr auf Beschreibungen als auf Messungen beruhenden Beobachtungen haben Pingré (*Cométographie*, II, p. 33 und 102), B. Peirce (*Astr. Nachr.*, Bd. 20, S. 396) und E. Vogel (*Monthly Notices*, vol. 12, p. 206 und *Astr. Nachr.*, Bd. 34, S. 387) Bahnen berechnet, auch hat man, veranlasst durch die Ähnlichkeit der äusseren Erscheinung, die Beobachtungen durch die Elemente des Kometen 1843 I darzustellen gesucht. Alle diese Bahnen geben dem Kometen eine sehr kleine Periheldistanz, weichen aber in der Richtung der Bahnaxe bedeutend von einander ab, indem nach der Bahn von Pingré die heliocentrische Breite des Perihelpunktes  $b_0 = +54^\circ$ , nach der Bahn des Kometen 1843 I, wofür wir jetzt die Gruppe 1843 I, 1880 I, 1882 II setzen können,  $b_0 = +35^\circ$ , nach der Bahn von Peirce  $b_0 = +29^\circ$  und nach der Bahn von Vogel  $b_0 = -1^\circ$  ist.

Ich habe den Lauf des Kometen neuerdings untersucht, und zwar nicht so sehr wegen der grossen Differenzen zwischen den genannten Bahnen, die ja in Anbetracht der unsicheren Ortsangaben nicht überraschen dürfen, sondern hauptsächlich darum, weil die Doppelbemerkung der Beobachter in Malaka, die vom Kometen durchlaufene Strecke sei vom 14. zum 15. December am grössten, nämlich etwas mehr als  $3^\circ$  gewesen, und vom 15. an mit jedem Tage kleiner geworden, durch keine dieser Bahnen dargestellt wird. Die Bahn von Pingré entfernt sich von dieser Bemerkung noch am wenigsten, indem sie dem Kometen eine fast gleichmässige Bewegung, und zwar für jeden Tag nahe  $2^\circ$  gibt; nach den Elementen der Kommetengruppe 1843 I, 1880 I, 1882 II, ebenso nach der Bahn von Peirce nimmt die tägliche Bewegung nicht nur nicht ab, sondern sogar allmähig zu, und zwar von  $2^\circ$  bis auf  $3^\circ$ , eine Zunahme, die nach der Bahn von Vogel noch viel stärker ist, indem die tägliche Bewegung in der Zeit vom 19. bis zum 23. December bis auf  $4^\circ$  und  $5^\circ$  ansteigt; es ist dabei, weil die geocentrische Bewegung des Kometen fast ausschliesslich in der Breite, in der Länge dagegen nur in einem so geringen Grade vor sich gegangen ist, dass sie während des ganzen Beobachtungszeitraumes nach einem Bericht nur  $2^\circ$  nach einem anderen sogar nahezu Null gewesen ist, nur die Änderung der Breite ins Auge gefasst und die Länge ausser acht gelassen.

Aus dieser Unzulänglichkeit der bisher gerechneten Bahnen geht hervor, dass zwischen den Angaben über die Positionen des Kometenkopfes und den zwei Bemerkungen über das Maximum und über die Abnahme der Geschwindigkeit ein Widerspruch besteht, der offenbar durch die Unrichtigkeit einer oder mehrerer dieser Angaben verursacht wird. Ich habe nun aus verschiedenen Combinationen der von den Beobachtern gemachten Angaben, sowie anderer, durch erweiterte Deutung des Textes gewonnener Rechnungsgrundlagen Parabeln abgeleitet, um die Angabe über das Maximum und die Abnahme der Geschwindigkeit darzustellen. Das Resultat war, dass sich wohl eine Abnahme der Geschwindigkeit erzielen lässt, dass aber das Maximum der Geschwindigkeit in der Mitte des December keineswegs  $3^\circ$ , sondern nur etwas über  $2^\circ$  gewesen sein kann.

Um Alles beisammen zu haben, was den Kometen charakterisirt, habe ich auch die Schweifbeobachtungen untersucht und insbesondere die Positionswinkel des Schweifes sowohl untereinander, als auch mit der Richtung zur Sonne verglichen.

Es sollen nun die Berichte über den Kometen vorggeführt werden, und zwar in derselben Reihenfolge wie bei Pingré, nämlich zuerst die minder ergiebigen und erst später die beiden Hauptberichte, damit sich die Bahnbestimmung, die sich ja nur auf diese letzteren Berichte gründen lässt, an dieselben unmittelbar anschliessen kann.

Zu Peking, dem nördlichsten Punkt, von welchem wir eine Nachricht über den Kometen haben, war nur der Schweif zu sehen; es kann daher das Wenige, was aus Duhalde's Beschreibung von China in Struyck's „Inleiding tot de algemeene Geographie“, Amsterdam 1740 und in Pingré's Cométographie hinübergangen ist, nur zur Vervollständigung der Schweifbeobachtungen dienen. Zur Beurtheilung der Geschwindigkeit des Kometen wäre wohl die Bemerkung, man habe am 14. December die tägliche Bewegung des Kometen zu  $1\frac{1}{2}^{\circ}$  erkannt, von Wichtigkeit, doch ist diese Supposition, wie Pingré bemerkt, nicht begründet, weil man den Kopf des Kometen nicht gesehen hat.

In Struyck's Vervolg van de Beschryving der Staartsterren“, Amsterdam 1753 sind aus den Journalen mehrerer holländischer Schiffe, die sich während der Sichtbarkeit des Kometen südlich vom Äquator befanden, Auszüge mitgetheilt, die zwar keine brauchbaren Ortsbestimmungen enthalten, aber doch einiges Interesse bieten, weil sie zeigen, dass der Kopf des Kometen unter südlicheren geographischen Breiten schon früher als unter nördlicheren gesehen worden ist. Einer dieser Berichte nennt das neue Gestirn direct einen Kometen, alle übrigen aber sagen, man habe einen Stern mit einem Schweif gesehen; so ein unter  $21^{\circ}$  südlicher geogr. Breite segelndes Schiff am 4. December, ein unter  $5^{\circ}$  südlicher Breite befindliches Schiff am 7. und 8. December, auf der Rhede von Malaka am 7. und in Batavia am 8. December.

Auf der Rhede von Ternate ( $8^{\text{h}}20^{\text{m}}$  östl. von Paris,  $\varphi = +0^{\circ}47'$ ) hat man den Kometen während der ganzen Zeit seiner Sichtbar-

keit verfolgt und mit einem Compass das Azimut seines Kopfes bestimmt. Struyck theilt darüber aus dem Journal des Schiffes Bromstee, welches damals auf der Rhede von Ternate vor Anker lag, Folgendes mit.

Im Jahre 1689, den 9. December (nicht den 11., wie bei Pingré zu lesen ist), zeigte sich zu Ternate ein Stern mit einem Schweif, der  $35\frac{1}{2}^{\circ}$  lang war. Mit einem Peilcompass fand man ihn  $10^{\circ}$  östlicher als Südost. Der Kern (Stern) ging ein wenig nach dem Morgenstern auf. Der Schweif glich einem krummen Säbel. Die Biegung (de bogt) des Schweifes, und zwar die untere stand nach Südwest, die obere nach Nordost. Den 14. war die Länge des Schweifes  $45^{\circ}$  und die Krümmung nach Nordost. Den 15. Morgens war der Schweif  $47^{\circ}$  lang und  $6^{\circ}$  südlicher als zuvor. Den Kern fanden wir  $4^{\circ}$  östlicher als Südost; 3 Tage früher (wofür nach Struyck's Bemerkung 6 Tage zu lesen ist) stand derselbe  $10^{\circ}$  östlicher als Südost, und damals war die Länge des Schweifes  $35\frac{1}{2}^{\circ}$  (Dieser Zusatz ist also nur eine Wiederholung der Beobachtung vom 9. December.) Den 18. stand der Kopf des Kometen  $5^{\circ}$  südlicher als Südost. Das obere Ende des Schweifes war in Südost. Er glich wie zuvor einem krummen Hauer, war aber an Licht viel trüber (droeviger) als in den vorhergehenden Tagen und hatte eine Länge von  $47^{\circ} 30'$ . Den 22. December fand man den Schweif  $60^{\circ}$  lang; er kam um etwa  $1\frac{1}{2}$  3 Uhr Morgens über den Horizont. Dem Peilcompass zufolge war er in Südsüdost. Der Kern war ziemlich hell und blinkte (de Ster stondt vry helder en blonk); der Schweif aber war viel lichtschwächer (duisterer) als vorher. Den 24. December wurde der Schweif zum letztenmal gesehen.

Da Ternate in der Nähe des Äquators liegt und die Einstellungen auf den Kopf vermuthlich bald nach seinem Aufgang gemacht sind, kann man die Peilungen direct mit der südlichen Declination des Kometen  $\delta$  identificiren und hat demnach

	$\delta$ (Ternate)	tägliche Bewegung	$\delta$ (Malaka)	Diff.
1689				
9. Dec. Mgs.	$-35^{\circ}$	$-1^{\circ}$	$-33\frac{1}{2}^{\circ}$	$+1\frac{1}{2}^{\circ}$
15.	$-41$	$-3$	$-43\frac{1}{2}$	$-2\frac{1}{2}$
18.	$-50$	$-1\cdot56$	$-49$	$+1$
22.	$-56\frac{1}{4}$		$-57\frac{1}{2}$	$-1\frac{1}{4}$

Die aus diesen Peilungen sich ergebende tägliche Bewegung stimmt merkwürdigerweise mit der Bemerkung der Beobachter in Malaka, die Geschwindigkeit des Kometen sei vom 14. zum 15. December am grössten, nämlich etwas über  $3^{\circ}$  gewesen und habe von da an mit jedem Tage abgenommen, so gut überein, dass man sich unwillkürlich in der Meinung bestärkt fühlt, diese Angabe über das Maximum der Geschwindigkeit sei verlässlich; da aber ein solches Maximum, wie die spätere Rechnung zeigt, unter sonst annehmbaren Verhältnissen durch keine Bahn zu erreichen ist, muss die Übereinstimmung als eine zufällige erklärt werden.

Die magnetische Abweichung scheint bei diesen Compassbeobachtungen in Rechnung gebracht zu sein. Nimmt man nämlich für den 10., 14. und 23. December die von den Beobachtern in Malaka angegebenen Kometenpositionen und für die zwischenliegende Zeit in Declination eine tägliche Bewegung von  $2^{\circ}$  an, so erhält man die Declinationen  $\delta$  (Malaka) und mit diesen die Differenzen Diff., welche bei stetigem Zeichenwechsel so klein sind, dass man sie als zufällig ansehen kann. Diesen Differenzen zufolge dürfte die magnetische Abweichung bis auf  $2^{\circ}$  oder  $3^{\circ}$  berücksichtigt sein; eine genaue Vergleichung lassen aber weder die einen, noch die anderen Beobachtungen zu.

Die ausführlichsten Berichte über den Kometen stammen aus Pondicherry ( $5^{\text{h}} 10^{\text{m}}$  östl. von Paris,  $\varphi = +11^{\circ} 56'$ ) und Malaka ( $6^{\text{h}} 39^{\text{m}}$  östl. von Paris,  $\varphi = +2^{\circ} 11'$ ) und sind in den Pariser Mémoires de l'Académie des sciences, tome 7, 2. partie, p. 202—205 (Ausgabe Paris 1729) veröffentlicht. Pingré hat Alles, was diese beiden Berichte über Position und Bewegung des Kometen enthalten, in seine Cométographie aufgenommen und nur wenige Bemerkungen, z. B. die, dass der Kopf des Kometen für das blosse Auge wie ein Stern der vierten oder höchstens der dritten Grösse erschienen ist, weggelassen, wie denn überhaupt in seinem Kometenwerk die Grössen- und Helligkeitsschätzungen in der Regel nicht angeführt sind. Es soll daher zunächst auf dieses Werk verwiesen werden. Da aber in der vorliegenden Abhandlung viele Stellen des Textes, manche sogar mehrmals hinsichtlich ihrer Bedeutung oder Verlässlichkeit unter-

sucht sind, erschien es mir zweckdienlich, die beiden Hauptberichte vollständig nach dem Original mitzutheilen.

Observations faites à Pondichéri par le Père Richaud,  
sur une Comète qui a paru en 1689.

„On ne s'aperçut ici de cette Comète qu'au commencement de Décembre. Elle ne pouvoit en effet être vue plutôt ni ici ni ailleurs, étant avant ce temps-là trop près du Soleil, comme il sera aisé de juger par son cour.

Le 8 de Décembre que je commençai à observer, je n'en pus voir la tête à cause des brouillards qui étoient à l'horison; j'en vis seulement de grand matin la queue qui passoit par les bras du Centaure.

Le 10 la Comète fut vue vers le fond de la gueule du Loup entre sa langue et sa mâchoire. Le ciel fut couvert jusqu'au 14.

Le 14 elle parut tout proche de la petite étoile qui est entre l'épaule et le ventre du Loup: depuis ce jour-là jusqu'au dix-huitième, je n'en pus voir que quelquefois la queue.

Le 18 sur les 5 heures du matin, la queue passoit par l'étoile qui est à la cuisse occidentale du Centaure, et par celle qui est à son ventre: deux jours auparavant elle passoit entre les deux étoiles des deux cuisses.

Le 19 environ à 4 heures du matin, je vis la tête de la Comète près de la cuisse du Loup, elle faisoit avec l'étoile du premier pied du Centaure une ligne parallèle à une droite tirée de l'étoile du ventre par le premier bras de la Croisade; la queue alloit parallèlement aux deux pieds du Centaure.

Le 20 à 5 heures du matin, la tête étoit plus près du pied du Centaure, et la queue touchoit la Croisade.

Le 21 la Comète étoit éloignée du pied du Centaure d'environ un degré. La queue passoit par le second pied et par le bras oriental de la Croisade.

Les jours suivans elle ne parut plus à cause du clair de Lune. J'en vis néanmoins encore la queue au commencement de Janvier pendant deux ou trois jours, sans pouvoir distinguer la tête qui s'étoit dissipée entièrement à notre égard.

Il paroît que cette Comète alloit du Nord au Sud, en gagnant un peu à l'Ouest: de sorte qu'elle faisoit un angle d'environ

20 degrez avec le méridien, suivant à peu près le cercle de longitude qui passe par le dernier degré du Scorpion.

J'ai rapporté l'observation de cette Comète d'autant plus volontiers, que je crois qu'on n'en aura rien vu à Paris, puisqu'au commencement elle étoit trop près du Soleil, et qu'après l'éloignement du Soleil elle étoit trop près du Pole austral, n'en étant éloignée, lors que nous la voyions en ce pays, que d'environ 48 degrez. (Mit dieser Zahl ist wohl die am 14. December beobachtete Südpolardistanz gemeint.) Or il est clair que la latitude de Paris étant de 48<sup>d</sup> 50' tout ce qui est éloigné du Pole austral moins que de cette quantité de degrez, n'y sauroit être vu sur l'horison.

J'oublois de marquer que la queue avoit la figure d'un grand sabre, dont la pointe étoit recourbée vers le Nord, la refraction plus grande des parties proches de l'horison (car elle s'élevoit, quoi qu'un peu obliquement, de l'horison en haut) pouvoit causer cette courbure. Cette queue occupoit quelquefois près de 60 degrez d'un grand cercle.“

Observation de la même Comète, par les PP. de Bèze et Comille, à Malaque, au mois de Décembre 1689.

„Le 8 de Décembre les Sentinelles qui faisoient la garde pendant la nuit sur le bastion où étoit notre prison, nous avertirent qu'on avoit commencé à voir ce jour-là de grand matin une Comète du côté de l'Orient.

Le 9 entre 4 et 5 heures, nous vîmes sa queue, la tête étant dans les nuages près de l'horison.

Le 10 elle parut à découvert; la tête fut observée dans la gueule du Loup presque à la racine de sa langue, où pour éviter la confusion que cause la diversité des figures, la tête de la Comète étoit alors dans le concours de deux lignes droites, dont l'une se tiroit de cette étoile de la quatrième grandeur que M. Halley nomme *Borealis duarum quae sequuntur scutum Centauri*, marquée  $\pi$  par Bayer, et par la première de celles qui sont selon les Tables de M. Halley devant le col du Loup, que la figure met sur la jambe gauche de devant, et que Bayer n'a point marquée, car les deux qu'il met au bout du même pied sont toutes différentes. La seconde ligne se tiroit par l'étoile de la troisième grandeur,

qui s'appelle chez M. Halley la première du Loup à l'extrémité du pied, et que Bayer marque  $\sigma$  *in extrema manu sinistra Centauri*, et par la première de l'épaule du Loup marquée  $\zeta$ .

La queue représentoit assez bien la figure d'un grand sabre, dont la pointe recourbée alloit donner jusqu'à l'étoile de la cinquième grandeur qui est au-dessus de la main droite du Centaure.

La Lune qui étoit alors dans son déclin et assez proche, la diminoit de beaucoup; de sorte qu'elle n'avoit qu'environ 35 degrez d'un grand cercle.

Le 11, 12, 13 on ne put l'observer, cette partie du ciel étant selon l'ordinaire de Malaque couverte de nuages.

Le 14 elle étoit presque sur l'étoile de la cinquième grandeur qui est la plus orientale des trois de l'épaule du Loup, marquée  $\nu$  par Bayer: la queue plus éclairée et plus longue que devant, alloit en passant par le milieu du Centaure jusqu'au pied de la Coupe qui est sur la grande Hydre. Elle fut observée dans la suite avoir jusqu'à 68 degrez de longueur.

Le 15, 16, 17, 18 et 19 elle continua à suivre la ligne droite sur le dos du Loup vers l'étoile de la première grandeur qui est au pied du Centaure, en diminuant tous les jours depuis le 15 l'espace qu'elle parcouroit. Le 21 et 22 elle ne put pas être bien observée. Le 23 elle parut pour la dernière fois touchant presque à la partie boréale et occidentale du pied du Centaure.

On voit par là que sa route la portoit du Nord au Sud, sur une ligne qui ne déclinait que d'environ 21 degré à l'Ouest, ce qui est presque la déclinaison de l'écliptique: de sorte que la Comète suivoit à deux degrez près un cercle de longitude, et alloit aboutir vers le Pole de l'Ecliptique.

La tête paroissoit à la vue comme une étoile de la quatrième grandeur, ou tout au plus de la troisième, d'une lumière fort sombre et nébuleuse: on la voyoit plus petite par une Lunette assez bonne, qu'elle ne paroissoit à la vue simple.

La plus grande vitesse de son mouvement fut du 14 de Décembre au quinziesme, d'un peu plus de 3 degrez.“

Auf der ersten Seite nach Schluss dieser Kometenberichte, p. 206, findet sich eine Notiz über die Duplicität von  $\alpha$  Centauri, welche zwar mit den Kometenbeobachtungen nichts zu thun hat,

hier aber doch mitgetheilt werden soll, weil sie zum Verständniss des Textes Einiges beiträgt. (Über die vermuthliche Leistungsfähigkeit des von Richaud benützten Fernrohrs vergleiche man die Besprechung von Copeland's Dissertation „Über die Bahnbewegung von  $\alpha$  Centauri“ in der Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, 5. Jahrgang, 1870.)

Observation sur un pied du Centaure, par le P. Richaud.

„Regardant à l'occasion de la Comète plusieurs fois les pieds du Centaure, avec une Lunette d'environ douze pieds, je remarquai que le pied le plus oriental et le plus brillant étoit une double étoile aussi bien que le pied de la Croisade; avec cette différence que dans la Croisade, une étoile paroît avec la Lunette notablement éloignée de l'autre; au lieu qu'au pied du Centaure, les deux étoiles paroissent même avec la Lunette presque se toucher; quoique cependant on les distingue aisément.“

Zunächst folgt hier das Verzeichniss der Positionen aller Fixsterne, welche den Beobachtern zu Positionsbestimmungen des Kometen oder seines Schweifes gedient haben, und in den beiden Hauptberichten entweder direct genannt sind oder möglicherweise gemeint sein könnten. Die Positionen der Sterne mit Ausnahme von  $\alpha$  Centauri wurden dem Cape Catalogue für 1880 entnommen und mit Berücksichtigung der dort angegebenen Eigenbewegung auf das mittlere Äquinocetium 1690·0 reducirt. Übrigens ist es bei Übertragung eines Fixsternortes auf ein entferntes Jahrhundert weniger von Bedeutung, aus welchem der neueren Kataloge die Ausgangsposition genommen wird, sondern vielmehr, ob und mit welchem Betrage eine Eigenbewegung angebracht wird. Die Sternpositionen sind sowohl auf den Äquator, als auf die Ekliptik bezogen, wobei die Transformation mit  $\varepsilon = 23^{\circ} 28' 48''$  gemacht ist.

#### Fixsternpositionen für 1690·0.

	$R \alpha$	Decl. $\delta$	Länge $\lambda$	Breite
$\beta$ Crateris	.10 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup> ·5	—21° 8' 31"	174° 14' 34"	—25° 37' 42"
$\beta, \delta$ Centauri.	.11 52 29·0	—48 59 41	203 11 27	—44 29 10
$\varepsilon$ Centauri } $\gamma$ Crucis }	.12 14 16·3	—55 22 14	212 25 30	—47 47 4

	$\mathcal{R} \alpha$	Decl. $\delta$	Länge $\lambda$	Breite $\beta$
$\mu, \gamma$ Centauri.	. . 12 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup> .9	—47° 15' 3"	208° 1' 31"	—40° 8' 2"
$\xi$ Centauri } $\beta$ Crucis }	. 12 29 58 .0	—57 59 5	217 21 22	—48 36 15
$\rho$ Centauri.	. 12 33 59 .7	—32 18 4	201 23 33	—26 7 35
$\delta, \varepsilon$ Centauri.	. 13 20 33 .0	—51 52 13	221 14 59	—39 33 10
$\gamma, \beta$ Centauri.	. 13 42 24 .9	—58 50 57	229 29 26	—44 5 50
$\alpha$ Centauri (Mitte).	. 14 18 55 .0	—59 31 36	235 35 8	—42 29 4
$\pi, \epsilon$ „	. 14 26 8 .2	—33 50 52	225 20 39	—18 17 36
$\sigma, \beta$ Lupi	. 14 38 27 .0	—41 51 1	230 42 48	—25 0 22
$\sigma, \zeta$	. 14 50 16 .3	—50 52 58	236 26 46	—32 47 26
$\xi, \mu$	. 14 57 13 .0	—46 41 29	236 3 29	—28 27 33
$\zeta, \delta$	. . 15 1 12 .1	—39 29 15	234 20 17	—21 23 18
$\varphi_1$	. 15 2 16 .0	—35 6 12	233 10 33	—17 8 18
$\delta$	. 15 14 44 .4	—43 52 43	238 22 25	—24 50 12
	. 15 17 22 .2	—41 30 36	238 8 29	—22 25 43
$g$	. 15 20 4 .7	—43 35 23	239 17 57	—24 17 5
$\chi$	. 15 31 23 .0	—32 38 34	238 31 2	—13 8 26

Was die Nomenclatur der Sterne betrifft, so bezieht sich die erste Bezeichnung auf Bayer, die zweite auf Lacaille und Gould (Uranometria Argentina); ist hier oder später nur ein einziger Buchstabe angeführt, so ist derselbe die jetzt übliche Bezeichnung nach Lacaille und Gould, und nur bei dem nördlichsten Stern,  $\beta$  Crateris, nach Bayer.

Da die Identification mancher südlicher Sterne, welche Bayer nach dem Almagest des Ptolemäus in seine Karten eingezeichnet hat, eine schwierige ist und bei diesem Kometen ein grosser Theil der helleren Sterne des Wolfes eine Rolle spielt, schien mir die Mittheilung der folgenden vergleichenden Zusammenstellung, welche alle bei Ptolemäus und Bayer vorkommenden Sterne enthält, das Studium des Textes zu erleichtern; ich hielt mich sowohl bei dieser, als auch bei jeder anderen zweifelhaften Identification ganz an das verdienstliche Werk von Fr. Baily: „The Catalogues of Ptolemy, Ulugh Beigh, Tycho Brahe, Halley, Hevelius, deduced from the best authorities“, welches den 13. Band der Memoirs of the Royal Astronomical Society bildet. Bayer hat zu den 19 im Almagest enthaltenen Sternen des Wolfes noch einen, und zwar gerade den für diesen Kometen sehr wichtigen Stern  $\delta$ . Grösse  $v$ , bei Gould  $\omega$ , hinzugefügt, in dessen Nähe übrigens noch zwei

andere von nahezu derselben Grösse stehen, welche in dem obigen Verzeichniss nach Gould mit  $d$  und  $g$  bezeichnet sind. Die Sterne sind nach ihrer Nummer im Almagest geordnet, wozu noch bemerkt werden soll, dass Bayer den Sternen 5, 6, 8 der Reihe nach die Nummern 8, 5, 6 gegeben hat.

### Sternbild Lupus.

Nr.	Bayer	Lacaille u. Gould	Nr.	Bayer	Lacaille u. Gould
1		$\beta$	11		{
2			12		}
3			13		
4	$\sigma$	$\gamma$	14		$\tau$
5	$\theta$		15		$\rho$
6		$\lambda$	16	$\nu$	$\psi_1$
7	$\zeta$		17	$\lambda$	$\chi$
8	$\xi$		18		
9			19		$f$
10					

Wo Ptolemäus und nach ihm auch Bayer die drei Sterne 11, 12, 13 hat, stehen nur zwei Sterne, und schon im Katalog von Ulugh Beigh ist bemerkt, dass an der Stelle des südlicheren dieser drei Sterne am Himmel kein Stern zu sehen ist. Die zwei südöstlich davon befindlichen Sterne des Wolfes, welche bei Halley unter Nr. 3 und 4 vorkommen und von Lacaille mit  $\sigma$  bezeichnet sind, können wohl nicht gemeint sein. Diese Differenz hat aber, weil keiner dieser Sterne von den Beobachtern des Kometen 1689 genannt ist, hier keine Bedeutung.

Zur raschen Orientirung über Position und Grösse sämtlicher in den Beschreibungen des Kometen genannten Sterne habe ich meistens die 6. Karte in C. Behrmann's „Atlas des südlichen gestirnten Himmels“ benützt.

Es sollen nun die zur Bahnberechnung erforderlichen Kometenpositionen und vor Allem das Alignement vom 10. December besprochen werden.

Zu diesem Alignement hat Pingré die anscheinend zutreffende Bemerkung gemacht, dass die durch  $\zeta, \delta$  Lupi gezogene Gerade nur dann auf die Wurzel der Zunge des Wolfes führt, wenn sie nicht durch den Stern 4. Grösse  $\sigma, \nu$  Centauri, sondern

durch den in seiner Nähe stehenden Stern  $\beta$ . Grösse  $\alpha, \beta$  Lupi geht, und dass die Beobachter vermuthlich irreführt worden sind, weil Bayer diesen letzteren Stern in die 5. Grössenklasse eingereiht hat. Von den zwei grössten Kreisen, in deren Durchschnitt der Komet stand, geht also der eine durch das Sternpaar  $\pi, \iota$  Centauri und  $\varphi_1$  Lupi, der andere durch  $\alpha, \beta$  Lupi und  $\zeta, \delta$  Lupi. Die Coordinaten des Durchschnittspunktes  $A$  und  $D$  habe ich nach den Formeln berechnet, welche Herr Director E. Weiss in Schlömilch's „Zeitschrift für Mathematik und Physik“, 26. Jahrgang (1881), S. 201 veröffentlicht hat.

$$\begin{aligned} \sin(\Omega_1 - \alpha_1) \operatorname{tang} J_1 &= \operatorname{tang} \delta_1 \\ \cos(\Omega_1 - \alpha_1) \operatorname{tang} J_1 &= \frac{\operatorname{tang} \delta_2 - \cos(\alpha_1 - \alpha_2) \operatorname{tang} \delta_1}{\sin(\alpha_1 - \alpha_2)} \\ \sin(\Omega_2 - \alpha_3) \operatorname{tang} J_2 &= \operatorname{tang} \delta_3 \\ \cos(\Omega_2 - \alpha_3) \operatorname{tang} J_2 &= \frac{\operatorname{tang} \delta_4 - \cos(\alpha_3 - \alpha_4) \operatorname{tang} \delta_3}{\sin(\alpha_3 - \alpha_4)} \\ \sin(\Omega_1 - A) \operatorname{cotg} D &= \operatorname{cotg} J_1 \\ \cos(\Omega_1 - A) \operatorname{cotg} D &= \frac{\operatorname{cotg} J_2 - \cos(\Omega_2 - \Omega_1) \operatorname{cotg} J_1}{\sin(\Omega_2 - \Omega_1)}. \end{aligned}$$

Befindet sich das Gestirn, wie in dem vorliegenden Beispiel, auf der Südhemisphäre, so ist der Quadrant von  $(\Omega_1 - A)$  so zu wählen, dass  $\operatorname{cotg} D$  negativ wird.

Da ich für die erste Rechnung nicht die oben mitgetheilten, sondern die aus Lacaille's Katalog genommenen Sternpositionen benützt habe und eine auf verbesserte Sternpositionen gegründete Rechnung an dem Wesen der vorliegenden Untersuchung nichts ändern würde, habe ich die Lacaille'schen Positionen auch für die weitere Rechnung beibehalten; sie sind:

$$\begin{array}{r} \delta \\ 14^{\text{h}} 26^{\text{m}} 8^{\text{s}} \quad -33^{\circ} 50' 7 \\ 15 \quad 2 \quad 18 \quad -35 \quad 5 \cdot 6 \end{array}$$

und

$$\begin{array}{r} 14^{\text{h}} 38^{\text{m}} 26^{\text{s}} \quad -41^{\circ} 50' 9 \\ 15 \quad 1 \quad 12 \quad -39 \quad 29 \cdot 2 \end{array}$$

Aus diesen vier Positionen ergibt sich:

$$A = \begin{cases} 232^\circ 53' 5'' \\ 15^h 31^m 34^s \end{cases}, \quad D = -35^\circ 35' 8''$$

und auf die Ekliptik übertragen:

$$\lambda = 239^\circ 18' 50'', \quad \beta = -15^\circ 59' 32''.$$

Die in dem obigen Sternverzeichniss enthaltenen genaueren Positionen führen auf

$$\lambda = 239^\circ 17' 29'', \quad \beta = -16^\circ 0' 49''.$$

In der Rechnung von E. Vogel ist  $\lambda$  um 12' grösser, eine Differenz, die an sich gross, bei diesem Kometen aber nur von geringer Bedeutung ist. Drückt man die Beobachtungsstunde in der Ortszeit eines durch Europa, z. B. durch Paris gehenden Meridians aus, so kann man sowohl für diesen, als für jeden der späteren Beobachtungstage etwa die 10. Abendstunde des Vortages, also in Theilen des Tages 0.4 wählen; die hier abgeleitete Kometenposition gehört demnach zu Dec. 9.4 m. Z. Paris.

Übrigens ist von dieser Aligmentposition wegen der ungünstigen Lage der beiden Sternpaare keine grosse Genauigkeit zu erwarten. Der Komet befindet sich nämlich, wie man schon aus den obigen Zahlen ersieht, nicht innerhalb, sondern weit ausserhalb des durch die vier Sterne gebildeten Viereckes und, was noch mehr ins Gewicht fällt, die beiden Kreise durchschneiden sich nicht, wie es zur Erreichung einer grösseren Sicherheit nothwendig wäre, nahe rechtwinklig, sondern unter einem ziemlich spitzen Winkel, der, wie die Rechnung zeigt, nur 38° beträgt. Die Schuld an dieser unzweckmässigen Wahl der Sternpaare ist aber weniger den Beobachtern, als vielmehr dem Umstand beizumessen, dass einerseits der Komet tief am Horizont stand und andererseits die kurze Zeit vom Aufgang des Kometen bis zum Tagesanbruch vermuthlich keine Gelegenheit bot, geeignetere Sternpaare zu finden. Da man eine allfällige Verschiebung der Kometenposition eher längs der beiden Linien als senkrecht auf dieselben annehmen kann, dürfte die Ungenauigkeit, wenn sie schon vorhanden ist, mehr in der Rectascension oder Länge als in der Declination oder Breite liegen.

Trotz dieser Ungenauigkeit scheint die Alignementposition vom 10. December vor den zwei anderen Kometenpositionen, welche der Bahnberechnung zu Grunde gelegt werden müssen, wenigstens den einen Vorzug zu haben, dass sie nicht mehrdeutig ist. Die zweite Beobachtung, nämlich die Angabe, dass der Komet am Morgen des 14. December bei einem Stern  $\nu$ ,  $\omega$  Lupi ist und so auch von E. Vogel zur Bahnbestimmung angenommen worden ist, scheint allerdings jede Mehrdeutigkeit auszuschliessen, kann aber, wie sich später noch zeigen wird, auch auf einen der Sterne  $d$  oder  $g$  Lupi bezogen werden, und in der That geht die Bahn von Pingré, wie man durch Nachrechnung findet, näher an  $d$  als an  $\nu$ ,  $\omega$  Lupi vorbei. Für die erste Rechnung habe ich aber noch den von den Beobachtern direct genannten Stern als Kometenort beibehalten und seine Position nach Lacaille angenommen:

1689 Dec. 13·4 m. Z. Paris  $\lambda = 238^{\circ} 7' 58''$ ,  $\beta = -22^{\circ} 25' 33''$

Ganz besonders ist es aber die dritte Position, welche, je nach dem Bericht aus Malaka oder aus Pondicherry aufgefasst, sehr verschieden ausfällt, und diese Verschiedenheit ist die zweite Ursache der grossen Differenz zwischen den Bahnen von Pingré und E. Vogel. Die Bahn von Pingré geht, wie die Nachrechnung zeigt, für den Morgen des 23. December nahe an  $\alpha$  Centauri vorbei, ist somit auf die Bemerkung der Beobachter in Malaka gegründet, dass der Komet am 23. December den Fuss des Centaurus, wofür Pingré direct den Stern  $\alpha$  Centauri setzt, fast berührt hat. Diesen Stern habe auch ich in der vorliegenden Bahnberechnung fast durchgehends als Kometenposition für den Morgen des 23. December angenommen, somit:

1689 Dec. 22·4 m. Z. Paris  $\lambda = 235^{\circ} 35' 8''$ ,  $\beta = -42^{\circ} 29' 4''$ .

Dagegen hat E. Vogel die Bemerkung von Richaud, dass der Komet am 21. December, also zwei Tage früher, vom Fuss des Centaurus ungefähr  $1^{\circ}$  entfernt war, in der Weise zur Rechnung benützt, dass er für diesen Tag den Kometen  $1^{\circ}$  nördlich von  $\alpha$  Centauri angenommen hat.

Wären nun beide Angaben über die Stellung des Kometen gegen  $\alpha$  Centauri strenge richtig, so hätte der Komet vom 21. bis zum 23. December, also in zwei Tagen nur  $1^\circ$  zurückgelegt. Andererseits folgt aber aus der Angabe von Richaud, er habe am 19. December den Kometen beim Schenkel des Wolfes, also um viele Grade nördlicher gesehen, für den Zeitraum Dec. 19 bis 21 eine unverhältnissmässig grössere Bewegung als für den gleich langen Zeitraum Dec. 21 bis 23. Da ein so grelles Missverhältniss ganz unwahrscheinlich ist, soll versucht werden, durch eine erweiterte Deutung der von Richaud gebrauchten Ausdrücke, insbesondere von „cuisse du Loup“, „pied du Centaure“ und „environ un degré“ seine Ortsangaben sowohl untereinander, als mit denen der Beobachter in Malaka in Übereinstimmung zu bringen. Der Komet kann am 19. December nicht mehr so nördlich und am 21. December noch nicht so südlich gewesen sein, wie aus dem Wortlaut des Berichtes von Richaud hervorgeht.

Betrachten wir zunächst den Ort des Kometen am 19. December. Wollte man mit Pingré für den Schenkel des Wolfes ohneweiters den Stern  $\beta$ ,  $\pi$  Lupi ( $\beta = -28^\circ 3'$ ) substituiren, so müsste der Komet vom 19. bis zum 21. December  $13^\circ$ , also an einem Tag mehr als  $6^\circ$  zurückgelegt haben. Von dieser Identification darf aber schon darum abgesehen werden, weil es gewiss nicht nöthig ist, unter einem Körpertheil jedesmal einen Stern zu vermuthen; war kein Stern in der Nähe des Kometen, so nannte der Beobachter nach einer Karte einfach den Körpertheil. Da nach dem Bericht der Beobachter in Malaka der Komet vom 15. bis zum 19. December in einer geraden Linie am Rücken des Wolfes dahingegangen ist, so herrscht zwischen dieser und der Angabe von Richaud eine Übereinstimmung wenigstens soweit, dass der Komet am 19. December jedenfalls noch im Wolf gewesen ist. Wählt man nun den Ort des Kometen möglichst südlich, aber noch im Wolf, versteht man also unter „cuisse“ nicht gerade den Schenkel, sondern überhaupt den hinteren, fleischigen Theil des Wolfes, so darf man mit dem Kometen bis etwa  $\beta = -35^\circ$ , aber nicht weiter, nach Süden gehen. Unter dieser Voraussetzung ergibt sich aber, solange der Komet am 21. December nur  $1^\circ$  nördlich von  $\alpha$  Centauri, also bei  $\beta = -41^\circ 5'$

stehend angenommen wird, für den Zeitraum Dec. 19 bis 21 noch immer eine zu grosse Bewegung, nämlich  $6^{\circ}5'$ , also für einen Tag mehr als  $3^{\circ}$ , eine Strecke, welche dem einen Grad, der zwischen Dec. 21 und 23 zurückgelegt worden sein soll, ganz unvermittelt gegenüber steht und der Bemerkung der Beobachter in Malaka, die vom Kometen Tag für Tag zurückgelegte Strecke sei nach dem 15. December immer kleiner und jedenfalls kleiner als  $3^{\circ}$  gewesen, vollständig widerspricht.

Soll dieser Widerspruch verschwinden, so muss der Komet für den 21. December mehr als  $1^{\circ}$  nördlich von  $\alpha$  Centauri stehend angenommen werden. Man kann zu diesem Zweck die allerdings gewagte Annahme machen, dass die Bemerkung von Richaud, der Komet sei am 21. December vom Fuss des Centaurus ungefähr  $1^{\circ}$  entfernt gewesen, sich nicht auf den Stern  $\alpha$  Centauri bezieht, sondern überhaupt auf die Figur des Fusses, wie sie sich auf irgend einer Sternkarte vorfindet. Um diese Annahme in Rechnung ziehen zu können, sollte man nun wissen, welche Sternkarten den Beobachtern zur Verfügung gestanden sind. Die Beobachter in Malaka haben nebst dem ausdrücklich genannten Atlas von Bayer und dem südlichen Sternverzeichniss von Halley offenbar noch eine andere Karte gehabt, auf welcher der Rachen des Wolfes südlicher als im Atlas von Bayer steht, und diese Karte oder eine mit ihr nahezu identische dürfte auch Richaud gehabt haben. Auf Bayer spielt Richaud nicht an, denn sonst würde er bei der Beobachtung vom 10. December, als der Komet im Rachen des Wolfes stand, gewiss den bei Bayer an dieser Stelle stehenden Stern  $\lambda, \chi$  Lupi genannt haben, und auch die Beobachter in Malaka hätten, wenn der Komet bei diesem Stern gestanden wäre, die Position gewiss auf diesen Stern bezogen und nicht zu einem Alignement, also zu weit entlegenen Sternen ihre Zuflucht genommen. So grosse Unterschiede wie hier, wo die Beobachter dem Atlas von Bayer auszuweichen suchten, kommen aber auf der Strecke zwischen dem Hintertheil des Wolfes und dem Stern  $\alpha$  Centauri nicht vor, und daher ist ein Zweifel über die Karte hier von geringer Bedeutung. Auf den Bayer'schen Karten 41 und 45 ist jener Fuss des Centaurus, in welchem sich der Stern  $\alpha$  befindet, bald unterhalb des Wolfes sichtbar und daher kann der Komet am 21. December ganz gut

schon in der Nähe des Fusses gewesen sein, ohne deshalb bei dem Stern  $\alpha$  stehen zu müssen.

Diese Deutung des Textes scheint mir aber, weil sie mit der oben mitgetheilten Note, in welcher Richaud über die Duplicität von  $\alpha$  Centauri berichtet und daher mit den beiden Füßen des Centaurus offenbar die Sterne meint, nicht im Einklang steht, weniger gerechtfertigt als der folgende Erklärungsversuch. Dieser liegt in der Annahme, Richaud habe vielleicht durch Vorsetzung des Wortes „environ“ die zu  $1^\circ$  geschätzte Distanz des Kometen von  $\alpha$  Centauri als eine so unverlässliche kennzeichnen wollen, dass sie bei einem etwaigen Widerspruch gegen andere Angaben in den Hintergrund treten soll. Freilich müsste, da unter Berücksichtigung des Berichtes aus Malaka der Komet am 21. December von  $\alpha$  Centauri noch mehr als  $3^\circ$  entfernt war, der in dieses „environ“ hineingelegte Spielraum ein ungewöhnlich grosser sein, doch könnte dafür der Fuss des Centaurus direct auf den Stern  $\alpha$  Centauri bezogen werden.

Welche dieser Erklärungen man auch zulassen mag, in jedem Fall ist man zu einer freieren Auffassung des Textes gezwungen, wenn man dem sonst unabweisbaren Sprung der Geschwindigkeit entgegen will.

Wenn der Lauf des Kometen vom Rücken des Wolfes gegen  $\alpha$  Centauri gerichtet war, muss der Komet an dem in den Lenden des Wolfes stehenden Stern 4. Grösse  $\sigma$ ,  $\zeta$  Lupi ( $\beta = -32^\circ 8'$ ) in verhältnissmässig geringer Entfernung vorbeigegangen sein, und die Angabe, ob er östlich oder westlich vorbeigezogen ist, oder an welchem Tage Komet und Stern dieselbe Breite oder Declination gehabt haben, würde eine sehr wichtige Positionsbestimmung liefern. Es ist daher auffallend und auch bedauerlich, dass dieser Stern gar nicht erwähnt ist. Der obigen Betrachtung zufolge kann diese Annäherung auf den 18. December verlegt werden. Sieht man nun die Berichte an, und zwar zunächst den von Richaud, der vom 14. bis zum 18. December nur einige Male den Schweif und erst am 19. wieder den Kopf, und zwar bei der „cuisse“ des Wolfes gesehen hat, so findet man, dass gerade mit dieser Angabe, wenn man sie nach Pingré's Vorgang schon durchaus auf einen Stern beziehen will, der Stern  $\sigma$ ,  $\zeta$  Lupi gemeint sein könnte. Dass die Beobachter in Malaka,

die doch den Kometen vom 15. bis zum 19. December täglich gesehen haben, von der Stellung des Kometen gegen den genannten Stern nichts erwähnen, könnte wohl durch die Annahme erklärt werden, dass die Beobachter vielleicht doch nicht jeden Tag den Kopf, sondern das eine oder anderemal nur den Schweif gesehen haben, dürfte sich aber noch eher auf den Erfahrungssatz zurückführen lassen, dass man einem Gegenstand, solange derselbe neu und ungewohnt ist, grössere Aufmerksamkeit zu schenken pflegt, als wenn er den Reiz der Neuheit verloren und den Charakter einer alltäglichen Erscheinung angenommen hat. So auch die Beobachter in Malaka: Als der Komet noch neu war, speciell am 10. und 14. December, beobachteten sie ihn recht sorgfältig, später aber und namentlich vom 15. bis zum 19. December deuteten sie seinen Lauf nur allgemein in der grössten Kürze an. Richaud macht von dieser Regel wenigstens so weit eine Ausnahme, dass von seinen Beobachtungen, wenn sie auch alle mangelhaft sind, die späteren gegen die früheren doch nicht zurückstehen.

Dass der Komet am 19. December mit  $\alpha$  Centauri eine gerade Linie, parallel zu einer durch  $\epsilon$  Centauri und  $\beta$  Crucis gezogenen Geraden gebildet hat, ist leider keine vollständige Positionsbestimmung des Kometen, weil nur eine der genannten Linien durch den Kometen geht. Allerdings wäre, da die Bewegung des Kometen grösstentheils in der Breite erfolgt ist, auch ein halbes Alignement von Wichtigkeit, wenn dasselbe die Breite des Kometen bestimmen würde; das geschieht aber hier nicht, denn der Parallelismus der genannten Linien lässt die Breite unbestimmt und sagt überhaupt nicht mehr, als dass der Komet irgendwo auf der schon anderswoher bekannten Bahnlinie gestanden ist. Übrigens muss, wenn der Komet am 19. December nicht weit vom Stern  $\zeta$  Lupi gewesen ist, der angenäherte Parallelismus der beiden Linien auch dann bestehen, wenn statt des Kometen geradezu der Stern  $\zeta$  Lupi gesetzt wird; und da in der That die durch  $\zeta$  Lupi und  $\alpha$  Centauri gehende Gerade mit der durch Centauri und  $\beta$  Crucis gehenden Geraden nahezu parallel ist, kann das halbe Alignement vom 19. December auch aus diesem Grunde über die Position des Kometen keine hinreichende Auskunft geben.

Die Beobachter deuten auch an, wie sich der Lauf des Kometen in der Rectascension, beziehungsweise in der Länge gestaltet hat, ohne jedoch die Zahlen so weit zu begründen, dass man sie mit Vertrauen zur Rechnung benützen könnte. Nach Richaud machte der geocentrische Weg des Kometen mit dem Meridian einen Winkel von ungefähr  $20^\circ$ , nach den Beobachtern in Malaka einen Winkel von ungefähr  $21^\circ$ . Versteht man unter diesen Zahlen den Positionswinkel der ersten gegen die letzte Kometenposition und rechnet man dementsprechend den Positionswinkel der Alignementposition gegen  $\alpha$  Centauri, beide auf den Äquator bezogen, so ergibt sich bei einem scheinbaren Abstand von  $26^\circ 41'$  als Positionswinkel  $p = 34^\circ 22'$ , somit gegen die obigen Zahlen viel zu gross; wählt man, um einen kleineren Winkel zu erzielen, einen mehr westlichen Stern, in dessen Nähe der Komet möglicherweise gestanden sein könnte, z. B.  $\xi$ ,  $\mu$  Lupi, so ergibt sich bei einem scheinbaren Abstand von  $14^\circ 2'$  als Positionswinkel dieses Sternes gegen  $\alpha$  Centauri  $p = 28^\circ 4'$ , also noch immer viel grösser als der von den Beobachtern angegebene Winkel. Auf diesem Wege lässt sich also den obigen Zahlen nicht wesentlich näher kommen. Dass unter dem Winkel von  $20^\circ$  der Winkel mit dem Meridian zu verstehen ist, sagt übrigens nur Richaud; die Beobachter in Malaka scheinen mit dem Winkel von  $21^\circ$  ganz einfach die Differenz zwischen der Rectascension des ersten und des letzten Kometenortes gemeint zu haben, also jenen Betrag, um welchen der Komet in Rectascension zurückgeblieben ist, und da die Differenz zwischen der Rectascension der Alignementposition und von  $\alpha$  Centauri, nämlich  $18^\circ$ , den angegebenen zwei Zahlen ziemlich nahe kommt, dürfte diese Deutung richtig sein.

Betrachtet man in derselben Weise die Bewegung in der Länge, so ergibt sich als Differenz zwischen der Alignementposition und  $\alpha$  Centauri  $3^\circ 44'$ , während der Komet nach der Angabe der Beobachter in Malaka nur um  $2^\circ$ , nach Richaud aber so gut wie gar nicht zurückgeblieben, sondern ungefähr auf dem durch den letzten Grad des Scorpion, also durch den 239. Grad der Länge gehenden Kreis gelaufen ist. Dass hier die Angaben der beiderseitigen Beobachter um  $2^\circ$  differiren, gibt einen Fingerzeig, welchen Genauigkeitsgrad man von

anderen Schätzungen der Beobachter dieses Kometen erwarten darf.

Nachdem nun die wichtigsten Textesstellen, welche sich auf die Position des Kometenkopfes beziehen, erledigt erscheinen, soll untersucht werden, wie die Bahnen, welche für diesen Kometen bisher berechnet worden sind, den Lauf des Kometen darstellen. Bevor wir aber die Bahnelemente selbst vorführen, sollen noch zwei, aus der äusseren Erscheinung des Kometen abgeleitete Folgerungen vorausgeschickt werden, welche für die Ausschliessung, beziehungsweise Auswahl gewisser Werthe der Bahnelemente  $\Omega$  und  $q$  beachtenswerth sind.

Aus der beobachteten Krümmung des Schweifes folgt nämlich, dass die Erde nicht in der Ebene der Kometenbahn gestanden sein kann, dass also weder  $\Omega$ , noch  $\varphi$  in der Nähe von  $L$  liegen darf. Wenn sich daher eine Bahn ergibt, deren  $\Omega$  in der Nähe von  $L$  oder  $L \pm 180^\circ$  liegt, so muss dieselbe auch dann, wenn sie den geocentrischen Lauf des Kometen anscheinend befriedigend darstellt, als unwahrscheinlich bezeichnet werden.

Dass der Kopf des Kometen früher als der Schweif unsichtbar geworden ist, indem die Beobachter in Malaka zwischen dem 10. und 23. December 1689 den Kopf des Kometen 3. bis 4. Grösse schätzten, während Richaud in den ersten Tagen des Jänner 1690 zwar noch den Schweif, aber nicht mehr den Kopf erkennen konnte, deutet wohl an, dass der Komet seine ansehnliche Schweiflänge weniger seiner eigenen wahren Grösse, als vielmehr einer bedeutenden Annäherung an die Sonne verdankt, dass also für ihn Bahnen mit kleiner Periheldistanz die wahrscheinlichsten sind.

Da bei diesem Kometen jene Elemente, welche die Lage der Bahnebene bestimmen, so unsicher zu ermitteln sind, dass z. B. nicht angegeben werden kann, in welchem der vier Quadranten der Knoten liegt, da aber anderseits Verschiedenheiten in der Darstellung des geocentrischen Laufes eines Kometen mit kleiner Periheldistanz aus der Verschiedenheit der Richtung der Bahnaxe deutlicher zu erkennen sind als aus der Verschiedenheit der Elemente  $\pi$ ,  $\Omega$ ,  $i$ , so habe ich den Bahnen mit kleiner Periheldistanz auch noch die heliocentrische Länge und Breite des Perihels,  $l_0$  und  $b_0$ , beigefügt.

Der den berechneten Kometenpositionen beige setzte Winkel  $K$  ist der zur genäherten Berechnung der wahren Schweiflänge dienende Winkel am Kometen in dem ebenen Dreieck zwischen Erde, Sonne und Komet.

Die mit  $\Delta\beta$  überschriebenen Columnen enthalten die tägliche Bewegung in Breite.

E. Vogel hat aus

Dec. 10	239°30'	—16° 0'
14	238 7·6	—22 26·9
21	235 5	—42 0

$T = \text{Nov. } 29 \cdot 200 \text{ Greenwich}$

$$\pi - \Omega = 180^\circ 44' 3 \quad l_0 = 270^\circ 3'$$

$$\Omega = 90 \quad 25 \cdot 4 \quad b_0 = -0 \quad 38$$

$$i = 120 \quad 55 \cdot 5$$

$$\log q = 8 \cdot 27720$$

mit welcher man durch eine vierstellig geführte Rechnung die nachstehenden Positionen des Kometen erhält.

1689—1690			$\log r$	$\log \rho$	$K$
Dec. 7·5	240°27'	—12°54'	9·6367	9·8206	126°9'
9·5	239 43	15 24	9·7012	9·7775	126·4
11·5	239 4	18 16	9·7543	9·7320	125·4
13·5	238 27	21 39	9·7992	9·6834	123·8
15·5	237 53	25 44	9·8381	9·6319	121·6
17·5	237 14	30 54	9·8727	9·5761	118·6
19·5	236 33	37 22	9·9032	9·5184	114·4
20·5	236 4	41 23	9·9174	9·4885	111·6
21·5	235 30	45 50	9·9311	9·4596	108·5
22·5	234 47	50 54	9·9440	9·4319	104·8
23·5	233 38	56 41	9·9564	9·4057	100·4
27·5	201 29	84 27	0·0013	9·3513	78·5
31·5	66 32	65 36	0·0403	9·4087	57·4
Jan. 4·5	62 54	—46 42	0·0746	9·5226	45·5

Untersucht man mit Hilfe dieser Ephemeride, auf welche Tageszeit E. Vogel die drei zu Grunde gelegten Positionen bezogen hat, so findet man, dass die zwei ersten Positionen nahe zum Mittag des nebenstehenden Tages, also zu December 10·0 und 14·0 gehören, die letzte aber in Länge nahe auf Dec. 22·0,

in Breite auf etwa December 20·65 fällt. Eigentlich gelten die Beobachtungen, da sie zu Malaka und Pondicherry zwischen 4<sup>h</sup> und 5<sup>h</sup> Morgens gemacht sind, auf Paris oder Greenwich bezogen, für die 10. oder 11. Abendstunde des Vortages, könnten also, wenn man sie auf die nächste obere oder untere Culmination der Sonne verlegen will, auf Mitternacht bezogen werden. In anderen Fällen würde diese Differenz zu einer genaueren Untersuchung Veranlassung geben, hier aber kann man sie auf sich beruhen lassen, um das viel wichtigere Resultat hervorzuheben, dass die tägliche Bewegung des Kometen nach dieser Bahn keine abnehmende, sondern im Gegentheil eine während des Beobachtungszeitraumes immer mehr zunehmende ist.

Ausserdem muss darauf hingewiesen werden, dass diese Bahn den Kometen für December 22·4, zu welcher Zeit er nach den Beobachtern in Malaka gewiss nicht südlich, sondern sogar etwas nördlich (und westlich) vom Fuss des Centaurus, den man hier wohl mit dem Stern  $\alpha$  identificiren darf, gestanden ist, weit südlicher, und zwar 7° 50' südlich von  $\alpha$  Centauri gibt, eine Differenz, die hauptsächlich eine Folge des früher hervorgehobenen Umstandes ist, dass bei der Berechnung dieser Bahn der Komet nicht am 23., sondern schon am 21. December Morgens in der Nähe von  $\alpha$  Centauri stehend angenommen ist.

Aus der folgenden schärfer geführten Rechnung lassen sich die Differenzen gegen die von mir angenommenen Positionen genauer entnehmen.

		$\lambda$	$\zeta$	$\log r$	$\log \rho$
Dec. 9·4	239°46'25"	—15°15' 8"	9·69810	9·77983	
13·4	238 31 30	21 27 1	9·79697	9·68607	
18·4	237 0 34	33 34 21	9·88660	9·55065	
22·4	234 57 8	—50 18 58	9·94262	9·43449	

Um die Änderung der Geschwindigkeit besser ersichtlich zu machen, habe ich hier, wie bei allen späteren Rechnungen, die Positionen auch für einen zwischen December 13·4 und 22·4 liegenden Zeitpunkt gerechnet, und zwar für December 17·4 oder 18·4, obwohl für keinen dieser Tage eine brauchbare Ortsbestimmung vorliegt.

Sehen wir nach, wie weit sich die Positionen und besonders die Geschwindigkeiten durch die Bahnelemente von Peirce (Astr. Nachr., Bd. 20, S. 396) darstellen lassen.

$$\begin{aligned}
 T &= 1689 \text{ Dec. } 2 \cdot 1403 \text{ Greenwich} = \text{Dec. } 2 \cdot 1468 \text{ Paris.} \\
 \pi - \Omega &= 73^\circ 2' & l_0 &= 273^\circ 47' \\
 \Omega &= 344 \ 18 & b_0 &= +28 \ 58 \\
 i &= 149 \ 35 \\
 \log q &= 8 \cdot 0128
 \end{aligned}$$

Da diese Elemente nach einer Bemerkung von E. Vogel für das mittlere Äquinocinium 1843·0 gelten sollen, habe ich sie auf 1690·0 übertragen und gefunden:

$$\begin{aligned}
 \pi - \Omega &= 73^\circ 3' & l_0 &= 271^\circ 39' \\
 \Omega &= 342 \ 10 & b_0 &= +28 \ 59 \\
 i &= 149 \ 34
 \end{aligned}$$

			$\Delta\zeta$	$\log r$	$\log \rho$	
Dec.	9·4	242°12'	-13°15'	-2° 4'	9·6044	9·8604
	13·4	240 56	21 32	-2 30	9·7343	9·7989
	17·4	240 11	31 31	-3 6	9·8238	9·7421
	22·4	239 41	-47 1		9·9070	9·6853

Diese Positionen weichen von denen, welche E. Vogel gibt (Monthly Notices, vol. 12, p. 207 und Astr. Nachr., Bd. 34, S. 387) namentlich in  $\lambda$  so bedeutend ab, dass es mir zweifelhaft schien, ob die Rückübertragung der Elemente gerechtfertigt war; ich habe darum die Positionen nochmals, und zwar so berechnet, dass die Bahnelemente von Peirce in ihrer ursprünglichen Form für 1690·0 geltend angenommen sind:

			$\Delta\zeta$	$\log r$	$\log \rho$	
Dec.	9·4	241°30'	-13° 3'	-2° 0'	9·6044	9·8666
	13·4	239 47	21 3	-2 23	9·7343	9·8077
	17·4	238 25	30 36	-2 56	9·8238	9·7533
	22·4	236 40	-45 17		9·9070	9·6976

Die Positionen sind zwar jetzt den von E. Vogel angegebenen näher gerückt, bleiben aber in  $\lambda$  noch immer um etwa 2° zu gross. Mag nun die eine oder die andere Annahme über

das Äquinoctium richtiger sein, in keinem Falle genügen die von Peirce gerechneten Elemente der Forderung, dass die Geschwindigkeit des Kometen eine abnehmende sein soll; sie nimmt vielmehr nach der einen, wie nach der anderen Rechnung zu. Auch sei hervorgehoben, dass die Bahn den Kometen für December 22·4 um mehrere Grade südlicher als  $\alpha$  Centauri setzt.

Untersuchen wir jetzt, wie der Lauf des Kometen durch die Elemente eines der Gruppe 1843 I, 1880 I, 1882 II angehörenden Kometen dargestellt wird. Welcher von diesen Kometen gewählt wird, macht im Allgemeinen wenig Unterschied, weil bei der Darstellung des geocentrischen Laufes eines Kometen mit sehr kleiner Periheldistanz Differenzen zwischen den Elementen  $\pi$ ,  $\Omega$ ,  $i$  sich nur in einem untergeordneten Grade bemerkbar machen, so lange die durch diese drei Elemente bestimmte Richtung der Bahnaxe, also die heliocentrische Länge und Breite des Perihels ungeändert bleibt, und in der That stimmen  $l_0$  und  $b_0$  der genannten drei Kometen innerhalb eines Grades überein. Zur Rechnung selbst wird man natürlich denjenigen Kometen wählen, dessen Bahn am sichersten bestimmt werden konnte, also 1882 II. Die von H. Kreutz berechneten Elemente, auf 1690·0 übertragen, sind:

$$\begin{aligned} \pi - \Omega &= 69^\circ 35' 7 & l_0 &= 278^\circ 37' \\ \Omega &= 343 \quad 20 \cdot 3 & b_0 &= +35 \quad 16 \\ i &= 141 \quad 58 \cdot 2 \\ \log q &= 7 \cdot 88937 \end{aligned}$$

Für die Perihelzeit habe ich zwei Annahmen,  $T = \text{Dec. } 1 \cdot 5$  und  $T = \text{Dec. } 2 \cdot 5$  gemacht.

$T = 1689 \text{ December } 1 \cdot 5.$

	$\lambda$	$\Delta \zeta$	$\log r$	$\log \rho$	$K$	
Dec. 7·5	241°34'	—12°38'	—2° 3'	9·5511	9·9008	111·7
11·5	239 35	20 51	—2 15	9·7016	9·8550	106·3
15·5	238 6	29 52	—2 30	9·8003	9·8158	99·8
19·5	236 46	39 51	—2 43	9·8739	9·7848	92·3
23·5	235 12	50 44	—2 50	9·9326	9·7650	83·9
27·5	232 50	62 6	—2 48	9·9813	9·7590	75·2
31·5	227 50	73 18	—2 29	0·0231	9·7680	66·7
Jan. 4·5	208 5	—83 15		0·0596	9·7906	58·9

$T = 1689$  December 2·5.

				$\Delta\zeta$	$\log r$	$\log \rho$	$K$
Dec.	7·5	243°25'	—10°42'		9·4972	9·9113	113·7
	11·5	241 22	18 54	—2° 3'	9·6706	9·8624	108·6
	15·5	239 58	27 49	—2 14	9·7786	9·8207	102·3
	19·5	238 52	37 46	—2 29	9·8572	9·7867	94·9
	23·5	237 42	48 42	—2 44	9·9190	9·7637	86·5
	27·5	236 11	60 17	—2 53	9·9699	9·7546	77·6
	31·5	233 2	71 48	—2 40	0·0132	9·7612	68·9
Jan.	4·5	221 26	—82 28		0·0509	9·7822	60·8

Nach dieser Bahn hätte also die Geschwindigkeit in Breite allmählig bis auf fast  $3^\circ$  zugenommen und erst dann, als der Komet nicht mehr beobachtet wurde, wieder abgenommen. Fügt man noch hinzu, dass die Bahn des Kometen dem Stern  $\alpha$  Centauri durch verschiedene Annahmen über  $T$  nur bis etwa  $3\frac{1}{2}^\circ$  genähert werden kann, so scheint durch diese beiden Umstände das Haupthinderniss dargelegt, welches sich der Identification des Kometen 1689 mit einem zur Gruppe 1843 I, 1880 I, 1882 II gehörenden Kometen entgegengestellt.

Trotz dieser Verschiedenheit des geocentrischen Laufes besteht aber doch noch immer eine so grosse Ähnlichkeit, dass man zu der Vermuthung geführt wird, der Komet 1689 könnte, wenn er schon der genannten Kometengruppe nicht angehört, möglicherweise mit anderen Kometen, namentlich mit 1668, vielleicht auch mit 1695 und 1702 I eine selbständige, der genannten einigermassen ähnliche Gruppe bilden.

Es folgt nun die Darstellung der Bewegung des Kometen nach der Bahn von Pingré.

$$\begin{aligned}
 T &= 1689 \text{ Dec. } 1\cdot6285 \text{ m. Z. Paris} \\
 \pi - \Omega &= 60^\circ 0' 35'' & l_0 &= 292^\circ 15' \\
 \Omega &= 323 45 20 & b_0 &= +54 6 \\
 i &= 110 43 0 \\
 \log q &= 8\cdot227604
 \end{aligned}$$

			$\beta$	$\Delta\beta$	$\log r$	$\log \rho$	$K$
Dec.	7·5	240°38'	-12° 3'		9·5338	9·9364	100·4
	11·5	238 30	20 21	-2° 4'	9·6902	9·9151	93·7
	15·5	237 5	28 28	-2 2	9·7915	9·9012	87 1
	19·5	236 0	36 31	-2 1	9·8666	9·8933	80·7
	23·5	234 59	44 29	-1 59	9·9263	9·8914	74·5
	27·5	233 55	52 19	-1 57	9·9758	9·8952	68·5
	31·5	232 29	59 52	-1 53	0·0182	9·9047	62·8
Jan.	4·5	230 18	-66 59	-1 47	0·0550	9·9190	57·6

Diese Bahn liefert also, wenn auch keine auffallende Abnahme, so doch wenigstens keine Zunahme der Geschwindigkeit. Untersucht man, durch welche Orte die Bahn gelegt ist, so findet man, dass sie für Dec. 9·4 nahe durch die Alignementposition, für Dec. 22·4 nahe durch  $\alpha$  Centauri, für Dec. 13·4 aber durch einen Punkt geht, der südlicher als  $v$ ,  $\omega$  Lupi und jedenfalls schon näher an  $d$  Lupi liegt; eine schärfere Rechnung gibt folgende Positionen:

		$\lambda$		$\log r$	$\log \rho$	$K$
Dec.	9·4	239°30' 1"	-16° 1'44"	9·61850	9·92527	97°11'
	13·4	237 46 36	24 12 38	9·74267	9·90773	90 33
	18·4	236 16 35	34 18 38	9·84779	9·89487	82 28
	22·4	235 16 38	-42 18 51	9·91104	9·89132	76 10
				$d\lambda$		$d\beta$
Dec.	9·4	Differenz gegen das Alignement.		.-11'11"		+ 2'12"
Dec.	13·4	{ $v$ , $\omega$ Lupi. $d$ Lupi. . . .		+.21 22		+1°47 5
				+.35 49		-37 34
Dec.	22·4	$\alpha$ Centauri.		+.18 30		-10 13

Nachdem nun die bisher berechneten Bahnen hinsichtlich ihrer Darstellung der Geschwindigkeit des Kometen untersucht sind, sollen diejenigen mitgeteilt werden, die ich selbst gerechnet habe. Zunächst habe ich, den Stern  $v$ ,  $\omega$  Lupi als mittleren Ort annehmend, die drei aus den Angaben der Beobachter in Malaka folgenden Positionen zu Grunde gelegt.

	1689	m. Z. Paris	$\lambda$		$L$	$\log R$
10. Dec.	Morgens	Dec. 9·4	239°18'50"	-15°59'32"	258°37'17"	9·99312
14.		13·4	238 7 58	-22 25 33	262 41 28	9·99295
23.		22·4	235 35 8	-42 29 4	271 51 27	9·99269

Die genäherten Sonnencoordinaten sind aus den Tafeln von Hansen genommen; in Übereinstimmung mit diesen Tafeln ist der Meridian von Paris auch in der Rechnung beibehalten und daher die Perihelzeit  $T$  jedesmal in mittlerer Pariser Zeit ausgedrückt.

Welche tägliche Bewegung lässt sich aus diesen drei Kometenpositionen ableiten? Da es zu diesem Zwecke, wie schon bemerkt, hinreichend ist, nur die Breite zu berücksichtigen, ergibt sich als durchschnittliche tägliche Bewegung vom 10. bis zum 14. December  $-1^{\circ} 36'5$ , vom 14. bis zum 23. December  $-2^{\circ} 13'7$ , also zunehmend. Soll nun auf Grund dieser drei Positionen der Bemerkung aus Malaka über die Geschwindigkeit des Kometen entsprochen werden, so müsste, da die Änderung jedenfalls eine allmälige, nicht eine sprungweise gewesen ist, die Geschwindigkeit etwa so verlaufen, dass sie vom 10. bis 12. December numerisch kleiner als  $1^{\circ} 36'$ , vom 12. bis 14. December zwischen  $1^{\circ} 36'$  und  $3^{\circ}$ , vom 14. bis zum 15. December etwas mehr als  $3^{\circ}$ , nämlich im Maximum ist, und von jetzt an Tag für Tag kleiner wird. Man sollte nun erwarten, dass sich durch Benützung der drei obigen Positionen von selbst eine Bahn ergibt, welche die hier genähert angedeutete Änderung der Geschwindigkeit darstellt; ein solches Resultat ist aber, wie die weitere Rechnung zeigt, nicht zu erhalten. Aus den obigen Zahlen ergaben sich zunächst mit  $\log M = 9.83232$  die folgenden Elemente:

$$\begin{array}{ll}
 T = 1689 \text{ Nov. } 30.0590 & l_0 = 256^{\circ} 38' \\
 \pi - \varOmega = 163^{\circ} 8' 7'' & b_0 = +10 \quad 0 \\
 \varOmega = 62 \quad 58 \quad 46 & \text{Darstellung des mittleren Ortes (B—R):} \\
 i = 143 \quad 14 \quad 57 & d\lambda = +19' \quad 2'' \\
 \log q = 8.96636 & d\beta = +15 \quad 44
 \end{array}$$

Nach einer ersten Verbesserung des Distanzverhältnisses ergab sich mit  $\log M = 9.83055$ :

$$\begin{array}{ll}
 T = \text{Nov. } 30.0513 & l_0 = 256^{\circ} 34' \\
 \pi - \varOmega = 163^{\circ} 47' 34'' & b_0 = +9 \quad 37 \\
 \varOmega = 63 \quad 27 \quad 43 & \text{Darstellung des mittleren Ortes:} \\
 i = 143 \quad 11 \quad 54 & d\lambda = +19' \quad 4'' \\
 \log q = 8.96759 & d\beta = +14 \quad 40
 \end{array}$$

Die nächste Aufgabe wäre jetzt wohl, die im mittleren Ort übrig bleibende Differenz, welche sich bei strenger Darstellung der beiden äusseren Orte nicht mehr vermindern lässt, auf alle drei Orte nahe gleichmässig zu vertheilen. Für die vorliegende Untersuchung schien es aber wichtiger, nachzusehen, wie weit die von den Berichterstatlern angegebene tägliche Bewegung durch diese letzte Bahn dargestellt wird, zu welchem Zweck die folgende abgekürzte Ephemeride gerechnet wurde.

	$\lambda$	$\Delta\beta$	$\log r$	$\log \rho$	$K$
Dec. 7·5	240°17' —13° 1'	—1°36'	9·5443	9·9597	91°26'
11 5	238 27 19 24	—1 47	9·6840	9·9079	95 55
15·5	237 13 26 34	—2 8	9·7806	9·8548	96 3
19·5	236 15 35 8	—2 36	9·8540	9·8020	93 28
23·5	235 19 45 34	—3 8	9·9131	9·7532	88 30
27·5	234 2 58 5	—3 33	9·9626	9·7152	81 16
31·5	230 57 —72 16		0·0050	9·6970	72 24

Die Geschwindigkeit nimmt also auch nach dieser, ausschliesslich nach dem Bericht der Beobachter in Malaka gerechneten Bahn nicht ab, sondern zu.

Ich habe nun Versuche gemacht, eine Abnahme der Geschwindigkeit durch eine andere Combination der Rechnungsgrundlagen zu erreichen. Zu diesem Zweck bieten sich in der unmittelbarsten Weise die Kometenpositionen für Dec. 13·4 und 22·4 dar, indem dieselben mit den Positionen bekannter Fixsterne zusammenfallend angenommen werden können.

Die Bahn geht also Dec. 13·4 durch  $\omega$  Lupi, nämlich durch die Position  $\lambda = 238^\circ 7' 58''$ ,  $\beta = -22^\circ 25' 33''$ , Dec. 22·4 durch  $\alpha$  Centauri, und wird versuchsweise abgeändert, bis die tägliche Bewegung eine entschieden abnehmende wird, während sich die Bahn für Dec. 9·4 nicht allzuweit von der durch das Alignment bestimmten Position entfernen soll. Gerechnet sind vier verschiedene Bahnen, und zwar mit  $\log M = 9·96, 9·98, 0·00$  und  $0·02$ .

$\log M$	9·96	9·98	0·00	0·02
$T$	Dec. 1·9835	Dec. 1·6512	Nov. 30·3945	Nov. 28·3314
$\pi - \Omega$	66° 0' 22"	59° 44' 21"	72° 55' 32"	91° 11' 40"
$\Omega$	331 24 30	303 42 2	287 27 38	277 55 20
$i$	124 58 57	93 50 46	73 9 49	62 59 33
$\log q$	8·36329	8·49502	8·84760	9·16531
$l_0$	279°14'	297° 8'	330°47'	10°33'
$b_0$	+48 28	+59 31	+66 12	+62 58

Nach diesen Bahnen wäre der Lauf des Kometen der folgende gewesen:

$$\log M = 9.96$$

				$\Delta\beta$	$\log r$	$\log \rho$	$K$
Dec. 9.4	239°54'40"	—14° 3'51"		—2° 5'4	9.59839	9.91641	101°33'
	13.4	238 7 58	22 25 33	—2 10.5	9.72893	9.88669	96 4
	17.4	236 52 35	31 7 30	—2 14.0	9.81901	9.86422	89 52
	18.4	236 36 19	33 21 30	—2 16.9	9.83779	9.85973	88 14
	22.4	235 35 8	—42 29 4		9.90277	9.84679	81 30

$$\log M = 9.98$$

Dec. 9.4	239°58'51"	—13°34' 2"		—2°12'9	9.60414	9.89509	107°33'
	13.4	238 7 58	22 25 33	—2 13.9	9.73166	9.87183	98 50
	17.4	236 50 50	31 21 20	—2 14.2	9.82048	9.85772	90 38
	18.4	236 34 33	33 35 29	—2 13.4	9.83906	9.85552	88 39
	22.4	235 35 8	—42 29 4		9.90345	9.85183	80 55

$$\log M = 0.00$$

Dec. 9.4	240° 2'56"	—13° 2'55"		—2°20'8	9.62036	9.86426	115°10'
	13.4	238 7 58	22 25 33	—2 17.5	9.73782	9.84749	103 2
	17.4	236 48 51	31 35 26	—2 14.2	9.82241	9.84202	92 40
	18.4	236 32 31	33 49 36	—2 9.9	9.84032	9.84211	90 17
	22.4	235 35 8	—42 29 4		9.90286	9.84749	81 25

$$\log M = 0.02$$

Dec. 9.4	240° 6' 7"	—12°29'24"		—2°29'0	9.64898	9.82351	123°23'
	13.4	238 7 58	22 25 33	—2 21 0	9.74906	9.81350	108 19
	17.4	236 46 41	31 49 44	—2 14 1	9.82571	9.81683	95 50
	18.4	236 30 19	34 3 49	—2 6.3	9.84232	9.81923	93 2
	22.4	235 35 8	—42 29 4		9.90121	9.83350	83 1

Wenn man also eine nur einigermaßen auffallende Abnahme der täglichen Bewegung erreichen will, so muss man sich von der für Dec. 9.4 durch das Alignment bestimmten Position um einen gewiss ganz unzulässigen Betrag, und zwar nach Norden entfernen. Zugleich sieht man, dass die tägliche Bewegung für die letzte Periode des Beobachtungszeitraumes eine kleinere wird, wenn man die Position des Kometen für Dec. 13.4 südlicher als  $\nu$ ,  $\omega$  Lupi annimmt. Da nun östlich von der Schulter des Wolfes nebst dem Stern  $\omega$  noch zwei andere Sterne 5. Grösse,  $d$  und  $g$  Lupi, stehen, welche im Atlas von Bayer fehlen, so

habe ich den Stern  $\omega$  verlassen und von den zwei anderen den südlichsten, nämlich  $d$ , gewählt.

Diese Änderung widerspricht zwar dem Buchstaben des Textes, kann aber dadurch gerechtfertigt werden, dass Bayer von den drei Sternen 5. Grösse nur einen einzigen hat, und dass daher die Beobachter, falls der Stern bei  $d$  oder  $g$  Lupi gestanden ist, den Stern  $v$  vermuthlich darum genannt haben, weil nur dieser allein auf den Karten von Bayer eingezeichnet ist. Die Position des Sternes  $d$  entspricht übrigens der Angabe von Richaud, dass der kleine Stern, welchem der Komet am 14. December sehr nahe war, zwischen der Schulter und dem Bauch des Wolfes steht, besser als der Stern  $v$ ,  $\omega$  Lupi.

Die nächste Rechnung ist demgemäss in folgender Weise angelegt. Die Bahn geht Dec. 13·4 durch  $d$  Lupi, nämlich durch die Position  $\lambda = 238^\circ 22' 25''$ ,  $\beta = -24^\circ 50' 12''$ , Dec. 22·4 durch  $\alpha$  Centauri, und wird so variirt, dass die tägliche Bewegung in Breite eine abnehmende und der Kometenort für Dec. 9·4 der Alignementposition nahe bleibt. Der letzten Forderung wird durch die mit  $\log M = 0\cdot0145$  gerechnete Bahn am besten, in  $\lambda$  allerdings nur bis auf  $1^\circ$  genügt.

$\log M$	0·06	0·04	0·02	0·0145
$T$	Nov. 25·2692	Nov. 26·9992	Nov. 29·5369	Nov. 30·1654
$\pi - \Omega$	125°49' 3"	106°21' 9"	84°31'18"	78°10'39"
$\Omega$	265 6 48	269 0 4	276 15 27	279 24 28
	51 22 53	54 52 35	60 36 4	63 11 30
$\log q$	9·51802	9·29110	8·93824	8·80909
$l_0$	44°16'	26° 1'	355°12'	344°31'
$b_0$	+39 19	+51 42	+60 8	+60 53

Diesen Bahnen zufolge hätte der Komet folgenden Lauf gehabt:

$$\log M = 0\cdot06$$

	$\lambda$	$\Delta\beta$	$\log r$	$\log \rho$	$K$	
Dec. 9·4	240°30' 8"	-14°43'30"	-2°31'7"	9·71653	9·74599	131°53'
13·4	238 22 25	24 50 12	-2 8·0	9·78100	9·75683	113 40
18·4	236 33 23	35 30 16	-1 44·7	9·85111	9·78708	95 50
22·4	235 35 8	-42 29 4		9·89973	9·81683	84 51

$$\log M = 0.04$$

	$\beta$	$\Delta\beta$	$\log r$	$\log \rho$	$K$
Dec. 9.4	240°26'47"	-15°17'36"			
		-2°23'1	9.67307	9.80863	123°16'
13.4	238 22 25	24 50 12	9.76150	9.81159	106 40
		-2 5.5	9.84762	9.83039	90 49
18.4	236 36 9	35 17 36	9.84762	9.83039	90 49
		-1 47.9	9.90341	9.85159	80 57
22.4	235 35 8	-42 29 4			

$$\log M = 0.02$$

Dec. 9.4	240°21'47"	-15°50'41"			
		-2°14'9	9.63924	9.86155	113°17'
13.4	238 22 25	24 50 12	9.74901	9.85726	99 37
		-2 2.9	9.84710	9.86479	86 27
18.4	236 39 6	35 4 42	9.84710	9.86479	86 27
		-1 51.1	9.90770	9.87726	77 55
22.4	235 35 8	-42 29 4			

$$\log M = 0.0145$$

Hier ist eine grössere Zahl von Positionen berechnet, weil dieselben auch zur Bestimmung der Lage des Schweifes gegen die Sonne dienen sollen.

	$\log r$	$\log \rho$	$K$	Positionswinkel $p_0$ (☄—☉)	
Dec. 9.4	240°20' 6"	-15°59'41"	9.63260	9.87420	110°26' 227°35'
13.4	238 22 25	24 50 12	9.74689	9.86799	97 48 221 40
15.4	237 37 11	29 1 30	9.79113	9.86845	92 30 219 24
17.4	236 57 56	33 3 31	9.82969	9.87072	87 42 217 22
18.4	236 40 0	35 1 5	9.84726	9.87244	85 27 216 25
19.4	236 22 55	36 56 24	9.86386	9.87450	83 17 215 29
20.4	236 6 32	38 49 29	9.87958	9.87688	81 12 214 36
22.4	235 35 8	-42 29 4	9.90875	9.88249	77 17 212 52

Ersetzt man also  $\omega$  Lupi durch  $\iota$  Lupi, so wird wohl die Abnahme der Geschwindigkeit des Kometen bedeutender, aber doch nicht so gross, dass sie einem Beobachter, der weder mit einem Messinstrument, noch mit einer guten Sternkarte versehen ist, Tag für Tag auffallen müsste. Je grösser man  $\log M$  wählt, desto grösser wird, ganz wie unter der Annahme von  $\omega$  Lupi, die Änderung der Geschwindigkeit, desto mehr entfernt man sich aber von der Alignementposition, und überdies erscheint es in Anbetracht der ausserordentlichen Schweiflänge bedenklich, dass gleichzeitig auch die Periheldistanz immer grösser wird.

Trotz der geringen Geschwindigkeitsabnahme habe ich mich, um wenigstens eine von den vielen hier gefundenen Bahnen als

einigermaßen wahrscheinliches Resultat anführen zu können, für die letzte, mit  $\log M = 0.0145$  berechnete Bahn entschieden und werde dieselbe am Schluss der Abhandlung nochmals hervorheben. Sie geht übrigens, wenn auch in einem etwas anderen Genauigkeitsgrade, durch dieselben Positionen, wie die von Pingré, ist somit für den geocentrischen Standpunkt nur eine Modification der Bahn von Pingré. Was ich an der hervorgehobenen Bahn auszusetzen habe, ist ausser der zu klein erscheinenden Abnahme der täglichen Bewegung nur der Umstand, dass die Knotenlänge  $\Omega$  von der zwischen  $258^\circ$  und  $272^\circ$  liegenden Sonnenlänge  $L$  noch immer zu wenig verschieden ist, um der beobachteten Krümmung des Kometenschweifes gerecht zu werden. Man darf daher mit dieser Bahn wohl geocentrische, aber nicht heliocentrische Positionen rechnen, also auch nicht die Zurückbeugung des Schweifes auf die Bahnebene übertragen.

Da die genannte Bahn den zweiten und dritten Kometenort strenge, den ersten aber nur angenähert darstellt, habe ich der Vollständigkeit halber auch noch eine Bahn berechnet, welche in gewohnter Weise durch den ersten und den dritten Ort geht und den zweiten so weit als möglich darstellt, ohne jedoch mit dieser Bahn bezüglich der Knotenlänge ein besseres Resultat zu erhalten; man findet aus:

	$\lambda$	$\beta$
Dec. 9.4	239°18'50"	—15°59'32"
13.4	238 22 25	24 50 12
22.4	235 35 8	—42 29 4

mit  $\log M = 0.06363$  die folgende Bahn:

$$\begin{aligned}
 T &= \text{Nov. } 25.8030 \\
 \pi - \Omega &= 116^\circ 51' 58'' \\
 \Omega &= 268 \quad 19 \quad 32 \\
 i &= 54 \quad 23 \quad 37 \\
 \log q &= 9.41092
 \end{aligned}$$

Berechnete Coordinaten:

	$\lambda$	$\beta$	$\log r$	$\log \rho$
Dec. 9.4	239°18'50"	—15°59'32"	9.69688	9.79024
13.4	237 32 14	25 33 29	9.77321	9.80074
18.4	236 11 48	35 42 33	9.85146	9.82766
22.4	235 35 8	—42 29 4	9.90374	9.85387

Im mittleren Ort bleibt die grosse Differenz von  $+50' 11''$  in Länge und  $+43' 17''$  in Breite übrig, die nicht wesentlich vermindert werden kann. Sollte also die Wahl des Sternes  $\alpha$  Lupi als zweite Kometenposition richtig sein, so können die beiden äusseren Positionen nicht ganz der Wirklichkeit entsprechen. Von der ersten, der durch das Alignement bestimmten Position, wurde die Unsicherheit schon aus äusseren Gründen wahrscheinlich gemacht. Die dritte, allen bisherigen Rechnungen zu Grunde gelegte, mit dem Ort von  $\alpha$  Centauri identisch angenommene Position, scheint ihre Ungenauigkeit dadurch zu verrathen, dass fast alle Bahnen, welche durch sie gelegt sind, das Bestreben zeigen, die Knotenlänge nicht, wie es die beobachtete Krümmung des Schweifes verlangt, von  $L$  wesentlich verschieden, sondern im Gegentheil mit  $L$  nahe zusammenfallend zu geben.

Der letzte Kometenort sollte also vermuthlich anders, beispielsweise um  $1^\circ$  verschieden von  $\alpha$  Centauri angenommen werden.

Dass in der Breite eine kleine Verschiebung nur nach Norden, nicht aber nach Süden zulässig ist, geht aus dem zweiten Bericht, sowie aus der weiter unten mitgetheilten Rechnung hervor. Was aber die Änderung der Länge betrifft, so lässt sich, soweit uns die Angaben der Beobachter Aufschluss geben, nicht entscheiden, ob eine Verschiebung nach Westen oder nach Osten der Wahrheit näher kommt. Ist die Angabe, dass der Komet am 23. December Morgens fast bis zur nördlichen und westlichen Partie von  $\alpha$  Centauri reichte, wörtlich zu nehmen, so war die Länge des Kometen kleiner als die von  $\alpha$  Centauri. Will man dagegen dem Umstand, dass der Komet nach dem Bericht aus Malaka in Länge um  $2^\circ$  zurückgeblieben, nach Richaud aber fast ganz auf dem letzten Grad des Scorpion, also auf dem 239. Grad der Länge gegangen ist, einiges Gewicht zuerkennen, so müsste während der Annäherung die Länge des Kometen grösser als die von  $\alpha$  Centauri gewesen sein.

Durch die Rechnung habe ich die Variation der Länge nicht eingehend verfolgt, weil das Hauptziel der Untersuchung, die Darstellung der weit überwiegenden Bewegung in der Breite, durch kleine Verschiebungen in der Länge nicht wesentlich geändert wird. Um aber diese Andeutung nicht ganz unberück-

sichtig zu lassen, habe ich bei der Verlegung des letzten Kometenortes nach Norden von  $\alpha$  Centauri unter einem auch die Länge geändert, und zwar um genau  $2^\circ$  kleiner als die Länge der Alignmentposition angenommen; die Knotenlänge ist aber, wie die Bahnen  $b)$  und  $c)$  zeigen, dadurch von  $L$  nicht weggerückt.

Wenn nun eine Maximalgeschwindigkeit von  $3^\circ$  unter der Bedingung, dass für Dec. 13·4 als Kometenort einer der Sterne  $\omega$  oder  $d$  Lupi gewählt wird, nicht zu erreichen ist, so liegt es nahe, ohne Annahme eines bestimmten mittleren Ortes durch den ersten und letzten Ort versuchsweise Bahnen zu legen und nachzusehen, ob und unter welchen Verhältnissen für die Mitte des Beobachtungszeitraumes eine grössere Geschwindigkeit zu erzielen ist.

Ich habe damit begonnen, die Bahn für Dec. 13·4 durch  $\omega$  Lupi, für Dec. 22·4 durch  $\alpha$  Centauri gehen zu lassen und  $M$  so zu wählen, dass die Geschwindigkeit während der ersten Hälfte dieses Zeitraumes, also von Dec. 13·4 bis Dec. 17·9 ungefähr das Doppelte der Geschwindigkeit während der zweiten Hälfte, also von Dec. 17·9 bis Dec. 22·4 ist; mit  $\log M = 0.28569$  ergab sich:

$$\begin{aligned} T &= \text{Dec. } 23.3251 \\ \pi - \Omega &= 203^\circ 9' 41'' \\ \Omega &= 260 \quad 50 \quad 8 \\ i &= 32 \quad 18 \quad 26 \\ \log q &= 9.93377 \end{aligned}$$

	$\lambda$	$\Delta\beta$	$\log r$	$\log \rho$
Dec. 9·40	241°20'13	+ 2°47'17	9.95248	8.96679
13·40	238 8·0	—22 25·6	9.94351	9.11138
17·90	236 18·4	—35 54·0	9.93673	9.27090
22·40	235 35·1	—42 29·1	9.93385	9.39707

Diese Bahn würde also der Forderung, dass die Geschwindigkeit zwischen Dec. 13·4 und 22·4 von  $3^\circ$  an immer mehr abnehmen soll, allerdings genügen, setzt aber den Kometen für Dec. 9·4 so weit nördlich, dass sie nur als Vorversuch bezeichnet werden kann. Trotz ihrer Unbrauchbarkeit ist aber in dieser Bahn doch schon angedeutet, was auch durch die späteren Rechnungen bestätigt wird, dass sich aus den zu Grunde gelegten Positionen keine Bahn ableiten lässt, welche die Geschwindig-

keit des Kometen sowohl vor dem 14. als nach dem 15. December auffallend kleiner als für das Intervall vom 14. zum 15. December geben würde, sondern dass die tägliche Bewegung, wenn sie schon mit der Zeit abnimmt, für den Anfang des ganzen Beobachtungszeitraumes am grössten und für das Ende am kleinsten ausfällt. Auch sieht man, dass eine sehr rasche Abnahme der Geschwindigkeit nur durch eine bedeutende Erdnähe und ziemlich grosse Periheldistanz des Kometen zu erreichen ist.

In weiterer Verfolgung des hier eingeschlagenen Weges habe ich nunmehr als ersten Kometenort die Aligmentposition von Dec. 9·4, als letzten wieder die Position von  $\alpha$  Centauri für Dec. 22·4 genommen und mit  $\log M = 0\cdot12$  und  $0\cdot20$  die folgenden zwei Bahnen gerechnet:

$\log M$	0·12	0·20
$T$	Nov. 26·0775	Dec. 5·4107
$\pi - \Omega$	150°49'27"	180°43'21"
$\Omega$	261 49 48	258 43 37
	47 58 33	41 19 21
$\log q$	9·70663	9·85921

$\log M = 0\cdot12$

	$\lambda$	$\beta$	$\Delta\beta$	$\log r$	$\log \rho$
Dec. 9·4	239°18'50"	—15°59'32"	—2°34'9	9·77763	9·66247
13·4	237 29 9	26 19 14	—2 0·7	9·81436	9·69143
18·4	236 6 37	36 22 59	—1 31·5	9·86146	9·74098
22·4	235 35 8	—42 29 4		9·89813	9·78247

$\log M = 0\cdot20$

Dec. 9·4	239°18'50"	—15°59'32"	—2°51'7	9·86189	9·46930
13·4	237 24 44	27 26 18	—1 57·5	9·86975	9·52836
18·4	236 1 34	37 13 43	—1 18·8	9·88587	9·60903
22·4	235 35 8	—42 29 4		9·90273	9·66930

Da die zweite dieser Bahnen für Dec. 13·4 dem Sterne 5. Grösse  $\xi$ ,  $\mu$  Lupi in Länge bis auf  $1^\circ 21'$ , in Breite bis auf  $1^\circ 1'$  nahe kommt, habe ich auch die Möglichkeit, dass derselbe der von den Beobachtern gemeinte Stern sein könnte, in Rechnung gezogen, obwohl eine solche Identification nicht berechtigt erscheint, weil dieser Stern weder an der Schulter, noch zwischen Schulter und Bauch, sondern schon nahe am Schenkel des Wolfes

ist; bei Halley heisst er, dem Almagest entsprechend, „in educatione femoris borea“, in der lateinischen Ausgabe des Almagest „borealis de duabus juxta vertebrum“, bei Bayer, wo er irrthümlich mit Nr. 5 statt mit Nr. 8 bezeichnet ist, „ad coxas duarum australior“.

Die Bahn soll also jetzt für Dec. 13·4 durch  $\mu$  Lupi, nämlich durch die Position  $\lambda = 236^\circ 3' 29''$ ,  $\beta = -28^\circ 27' 33''$ , für Dec. 22·4 durch  $\alpha$  Centauri gehen und für Dec. 9·4 der Alignementposition nahekommen; nimmt man zu diesem Zweck für  $\log M$  die Werthe 0·16 und 0·18 an, so findet man:

$\log M$	0·16	0·18
$T$	Dec. 9·7801	Dec. 13·5917
$\pi - \Omega$	189°28'26"	195° 3'38"
$\Omega$	258 42 33	258 36 11
	40 14 35	38 12 58
$\log q$	9·88355	9·90034

$$\log M = 0\cdot16$$

	$\lambda$		$\Delta\beta$	$\log r$	$\log \rho$
Dec. 9·4	237°15'56"	-16°55'13"	-2°53'11	9·88357	9·40870
13·4	236 3 29	28 27 33	-1 51·3	9·88542	9·48342
18·4	235 28 14	37 43 52	-1 11·3	9·89393	9·57677
22·4	235 35 8	-42 29 4		9·90512	9·64342

$$\log M = 0\cdot18$$

Dec. 9·4	237°17' 7"	-16° 2'16"	-3° 6'3	9·90257	9·32891
13·4	236 3 29	28 27 33	-1 53·0	9·90034	9·41762
18·4	235 28 11	37 52 33	-1 9·1	9·90327	9·52386
22·4	235 35 8	-42 29 4		9·91000	9·59762

Die Berechnung des Kometenortes von Dec. 9·4 mit diesen zwei Bahnen zeigt, dass mit einer durch  $\mu$  Lupi und  $\alpha$  Centauri gehenden Bahn die Länge der Alignementposition nicht viel näher als bis auf  $2^\circ$  dargestellt werden kann, und dass man schon mit der zweiten dieser Bahnen, welche die Breite der Alignementposition innerhalb  $3'$  darstellt, fast an der Grenze des Erreichbaren angelangt ist. Noch eine andere Bahn zu rechnen, ist daher nicht nöthig, weil auch schon diese letzte darüber Aufschluss gibt, ob die Ersetzung von  $\omega$  Lupi durch  $\mu$  Lupi das von den Beobachtern in Malaka angedeutete Geschwindigkeits-

verhältniss liefert. Die drei Grade täglicher Bewegung in der Mitte des December sind, wie man sieht, auch jetzt nicht erreicht, die Abnahme der Geschwindigkeit während des ganzen Zeitraumes ist aber doch so gross, dass sie leicht bemerkt werden kann.

Soweit könnte man sich also mit der gefundenen Bahn zufriedengeben; untersucht man aber den geocentrischen Lauf des Kometen auch vor dem December, so stösst man auf einen Umstand, der gegen die Zulässigkeit dieser Bahn spricht: der Komet hätte nämlich schon im November nördlich vom Äquator sichtbar sein und in dieser Zeit auch schon einen ansehnlichen Schweif besitzen müssen, da ein Komet, welcher sich der Sonne nur bis  $q = 0.8$  nähert, zur Entwicklung eines langen Schweifes viel mehr Zeit braucht, als ein Komet mit kleiner Periheldistanz; denn nur Kometen, welche der Sonne recht nahe kommen, können nach unseren Erfahrungen vor und nach dem Perihel so verschieden aussehen, dass sie zwar nach dem Perihel glänzende Erscheinungen darbieten, vor dem Perihel dagegen bei ebenso grossen Radien vectoren noch so unansehnlich sind, dass sie minder aufmerksamen Augen entgehen.

Man muss also die zuletzt berechneten Bahnen und überhaupt die Ersetzung von  $\omega$  Lupi durch  $\mu$  Lupi ganz bei Seite lassen.

Schon früher wurde, um die tägliche Bewegung des Kometen zwischen dem 19. und 23. December widerspruchsfrei zu erhalten, die Annahme gemacht, dass vielleicht bei Richaud unter dem Fuss des Centaurus nicht speciell der Stern  $\alpha$  Centauri, sondern der Fuss überhaupt zu verstehen sei. Sollten nun thatsächlich die Beobachter zwischen einem Körpertheil überhaupt und dem an einem Körpertheil befindlichen Stern einen principiellen Unterschied gemacht haben, so wäre auf diesen Unterschied besonders dort zu achten, wo fast unmittelbar nach einander das einmal vom Stern im ersten Fuss des Centaurus, das anderemal vom Fuss des Centaurus gesprochen wird. Die Beobachter in Malaka sagen, dass der Komet in einer geraden Linie über den Rücken des Wolfes gegen den Stern der 1. Grösse im Fuss des Centaurus gegangen ist, sprechen aber am 23. December nicht vom Stern, sondern vom Fuss; Richaud spricht nur am 19. December vom

Stern des ersten Fusses des Centaurus, am 20. und 21. aber allgemein vom Fuss.

Der wahrscheinlichste Grund dieser Verschiedenheit dürfte nun allerdings der sein, dass die Beobachter, weil sie schon früher vom Stern im Fuss des Centaurus gesprochen hatten, zur Zeit der Annäherung des Kometen das Wort Stern als selbstverständlich wegliessen, eine Vermuthung, welche durch die Notiz von Richaud über die Duplicität von  $\alpha$  Centauri, wo die beiden Flüsse des Centaurus ganz bestimmt nichts Anderes als die Sterne  $\alpha$  und  $\beta$  Centauri sind, fast zur Gewissheit wird, aber dennoch habe ich, um auch die neue Vermuthung trotz ihrer geringen Wahrscheinlichkeit nicht unbenützt zu lassen, den Versuch gemacht, durch Änderung des dritten Kometenortes, der in allen früheren Rechnungen mit  $\alpha$  Centauri zusammenfallend angenommen ist, dem bisher nicht erreichten Ziele näher zu kommen; der Versuch hatte aber nur einen geringen Erfolg.

Da der erste Fuss des Centaurus fast ganz nördlich vom Stern  $\alpha$  Centauri liegt und schon mehrere Grade nördlich von diesem Stern zu sehen ist, habe ich für December 22·4 die Breite des Kometenortes zuerst  $5^\circ$  (Bahn  $a$  und  $b$ ), dann  $2\frac{1}{2}^\circ$  nördlich von  $\alpha$  Centauri (Bahn  $c$ ) gewählt, und die Länge mit Berücksichtigung der Bemerkung, dass der Komet während seiner Sichtbarkeit um  $2^\circ$  in der Länge zurückgeblieben ist, genau um  $2^\circ$  kleiner als die Länge der Alignementposition von Dec. 9·4 angenommen; als mittlerer Ort wurde zuerst  $\omega$  Lupi (Bahn  $a$ ) und als sich gezeigt hatte, dass diese Wahl eher eine Zunahme als eine Abnahme der täglichen Bewegung ergibt, wieder  $d$  Lupi (Bahn  $b$  und  $c$ ) gewählt.

Dass der Komet am 23. December Morgens nicht südlich, sondern, wenn er schon eine andere Declination oder Breite gehabt hat, nur nördlich von  $\alpha$  Centauri gestanden sein kann, geht aus dem Wortlaut des Berichtes aus Malaka, der Komet habe fast bis zum nördlichen (und westlichen) Theil des Fusses des Centaurus gereicht, ganz bestimmt hervor, mag nun mit dieser Bezeichnung der Stern  $\alpha$  Centauri oder der Fuss überhaupt gemeint sein.

*a)* Die Bahn geht Dec. 9·4 durch die Alignementposition, Dec. 22·4 durch  $\lambda = 237^\circ 18' 50''$ ,  $\beta = -37^\circ 30' 0''$ , und soll Dec. 13·4 durch  $\omega$  Lupi gehen.

$$\begin{aligned}\log M &= 9 \cdot 93283 \\ T &= \text{Nov. } 27 \cdot 9672 \\ \pi - \Omega &= 143^\circ 29' 15'' \\ \Omega &= 47 \ 19 \ 15 \\ i &= 135 \ 17 \ 8 \\ \log q &= 9 \cdot 22201\end{aligned}$$

	$\lambda$	$\beta$	$\Delta\beta$	$\log r$	$\log \rho$
Dec. 9·4	239°18'50"	-15°59'32"	-1°34'7"	9·65339	0·02928
13·4	238 19 1	22 18 10	-1 38·5	9·74984	0·00751
18·4	237 36 43	30 30 37	-1 44·8	9·84116	9·98106
22·4	237 18 50	-37 30 0		9·89933	9·96211

b) Die Bahn geht Dec. 9·4 durch die Aligmentposition, Dec. 22·4 durch  $\lambda = 237^\circ 18' 50''$ ,  $\beta = -37^\circ 30' 0''$ , und soll Dec. 13·4 durch *d* Lupi gehen.

$$\begin{aligned}\log M &= 0 \cdot 18219 \\ T &= \text{Dec. } 5 \cdot 7499 \\ \pi - \Omega &= 183^\circ 53' 14'' \\ \Omega &= 258 \ 53 \ 22 \\ i &= 41 \ 39 \ 47 \\ \log q &= 9 \cdot 82140\end{aligned}$$

	$\lambda$	$\beta$	$\Delta\beta$	$\log r$	$\log \rho$
Dec. 9·4	239°18'50"	-15°59'32"	-2°18'5"	9·82431	9·56780
13·4	237 55 5	25 13 33	-1 35·5	9·83388	9·62361
18·4	237 12 56	33 10 54	-1 4·8	9·85372	9·69629
22·4	237 18 50	-37 30 0		9·87426	9·74999

c) Die Bahn geht Dec. 9·4 durch die Aligmentposition, Dec. 22·4 durch  $\lambda = 237^\circ 18' 50''$ ,  $\beta = -40^\circ 0' 0''$ , und soll Dec. 13·4 durch *d* Lupi gehen.

$$\begin{aligned}\log M &= 0 \cdot 10005 \\ T &= \text{Nov. } 26 \cdot 1766 \\ \pi - \Omega &= 139^\circ 1' 9'' \\ \Omega &= 265 \ 47 \ 0 \\ i &= 51 \ 43 \ 10 \\ \log q &= 9 \cdot 57042\end{aligned}$$

		$\beta$	$\Delta\beta$	$\log r$	$\log \rho$
Dec. 9·4	239°18'50"	—15°59'32"		9·71442	9·76453
13·4	237 57 18	25 12 33	—2°18'3	9·77302	9·78927
18·4	237 17 10	34 18 24	—1 49·2	9·83963	9·83039
22·4	237 18 50	—40 0 0	—1 25·4	9·88704	9·86458

Die Bahnen gehen für Dec. 13·4 zwar nicht genau durch  $\omega$  Lupi, beziehungsweise  $d$  Lupi, eine Verbesserung in dem angedeuteten Sinne erscheint aber doch nicht nöthig, weil die für Dec. 22·4 angenommenen Positionen ganz willkürlich sind, und weil das eigentliche Resultat dieser Rechnung, die Variation der Geschwindigkeit, durch eine mässige Änderung der Bahnen nicht wesentlich anders werden würde.

Aus den letzten drei Bahnen lässt sich als Resultat entnehmen, dass die drei Grade täglicher Bewegung auch durch Variation des dritten Kometenortes nicht zu erreichen sind, dass aber, wenn die Kometenposition für Dec. 22·4 nicht mit  $\alpha$  Centauri zusammenfallend, sondern noch etwas nördlich von diesem Stern angenommen wird, die Abnahme der Geschwindigkeit doch eine so bedeutende wird, dass sie, wenn auch nicht jeden Tag, so doch nach einigen Tagen bemerkt werden könnte. Weit nach Norden von  $\alpha$  Centauri darf man aber nicht gehen, oder mit anderen Worten, besonders kurz darf die Strecke zwischen dem mittleren und letzten Kometenort nicht werden, weil man sich sonst bei zunehmender Periheldistanz wieder der Möglichkeit nähert, dass der Komet auch schon vor dem Perihel, und zwar in nördlicheren Gegenden hätte gesehen werden können.

Nachdem nun alle Versuche, innerhalb des durch verschiedene Deutung des Textes erweiterten Spielraumes den Widerspruch zwischen den Orts- und Geschwindigkeitsangaben vollständig zu beseitigen und insbesondere für die Mitte des Beobachtungszeitraumes ein Maximum der Geschwindigkeit von  $3^\circ$  mit darauf folgender Abnahme zu erzielen, misslungen sind, ist die Überzeugung, dass mindestens eine Beobachtungsangabe mit einem wesentlichen Fehler behaftet ist, wohl nicht mehr abzuweisen, und es scheint, dass gerade die Bemerkung über das Maximum der Geschwindigkeit, durch welche hauptsächlich die vorliegende Untersuchung veranlasst worden ist, kein Vertrauen

verdient; dass die Geschwindigkeit überhaupt abgenommen hat, kann dagegen richtig sein.

Hätten die Beobachter angegeben, aus welchen Daten sie das Maximum der Geschwindigkeit gefunden haben, ob durch directe Beobachtung am Himmel oder durch Einzeichnen der Kometenpositionen in eine Sternkarte und was für eine Sternkarte, oder hätten sie die Beobachtungsdaten selbst so weit mitgetheilt, dass man die ganze Rechnungs- oder Constructionsoperation von der directen Beobachtung bis zum Schlussresultat verfolgen oder selbst vornehmen könnte, so müsste man dieser anscheinend von grosser Aufmerksamkeit und Sorgfalt zeugenden Bemerkung einen bedeutenden Werth zuerkennen. Auch die Angabe über die Abnahme der Geschwindigkeit vom 15. December an hätte ausserordentlich an Gewicht gewonnen und zur Sicherung der Resultate wesentlich beigetragen, wenn die Beobachter auch gesagt hätten, ob sie die Abnahme mit jedem Tage oder erst am Schluss des Beobachtungszeitraumes bemerkt haben.

Da aber die Angabe, die Geschwindigkeit des Kometen sei vom 14. bis zum 15. December am grössten, und zwar ein wenig mehr als  $3^\circ$  gewesen, unter sonst annehmbaren Verhältnissen durch keine Bahn, und zwar nicht einmal angenähert darzustellen ist, scheint sie nur dadurch entstanden zu sein, dass in Folge des Bestrebens, über sämmtliche Umstände der Erscheinung des Kometen, also auch über die Grösse seiner täglichen Bewegung zu berichten, zu den beobachteten Thatsachen auch noch oberflächliche Schätzungen und unbegründete Muthmassungen hinzugefügt wurden. Wahrscheinlich hat man diese verhängnissvollen drei Grade durch ungenaues Einzeichnen in eine ungenaue Sternkarte gefunden.

Ich möchte hier einige Umstände anführen, welche mir den Bericht aus Malaka an manchen Stellen bedenklich erscheinen lassen.

Ein solcher Umstand ist der, dass der Zusatz über das Maximum der Geschwindigkeit den Schluss des ganzen Berichtes, also eine Art Postscriptum bildet; eine Nachschrift kann nämlich allerdings das Resultat einer längeren Überlegung, aber ebenso gut auch eine eilfertig angehängte, also wenig verlässliche

Schlussbemerkung sein. Überhaupt sieht man aus der Anordnung der ganzen Mittheilung deutlich, dass der eigentliche Beobachtungsbericht mit dem Satze, der Komet habe am 23. December fast bis zur nordwestlichen Partie des Fusses des Centaurus gereicht, endgiltig aufhört. Was noch folgt, ist also nur eine mit Hilfe des Gedächtnisses gehaltene Nachlese, deren Inhalt zwar im Allgemeinen richtig sein mag, deren Zahlenwerthe aber nicht mehr den Vorzug der Unmittelbarkeit besitzen, welcher die gleich bei oder bald nach der Beobachtung niedergeschriebenen Bemerkungen auszeichnet.

Gleich die erste dieser Schlussbemerkungen ist nicht gerechtfertigt. Es mag ja richtig sein, dass der geocentrische Weg des Kometen mit dem Meridian einen Winkel von  $21^\circ$  gebildet hat, und ebenso auch, dass der Komet in der Länge um  $2^\circ$  zurückgeblieben ist, trotzdem lässt sich aber die zweite Angabe aus der ersten nicht, wie der Text durchblicken lässt, einfach durch Subtraction der Schiefe der Ekliptik ableiten, denn das wäre, wie schon Pingré hervorhebt, nur richtig, wenn der Komet durch einen der Äquinocialpunkte gegangen wäre.

Auch die Bemerkung, dass am Morgen des 10. December der Schweif des Kometen durch das Licht des abnehmenden, in der Nähe stehenden Mondes viel von seiner Länge eingebüsst hat, thut des Guten zu viel. Sieht man nämlich nach, welche Phase der Mond an diesem Tage gehabt hat, so findet man, dass bis zum nächsten Neumond kaum zwei Tage gefehlt haben, dass also der Mond an diesem Morgen nur eine sehr schmale Lichtsichel gezeigt haben kann. Wenn also der Schweif nicht so lang erschienen ist, wie man ihn erwartet hatte, so muss er, falls seine Verkürzung wirklich durch das geringe Mondlicht verursacht worden ist, gegen das Ende ausserordentlich lichtschwach gewesen sein, oder, was viel wahrscheinlicher ist, die scheinbare Verkürzung war durch atmosphärische Verhältnisse verursacht und der Schweif wäre vermuthlich auch bei Abwesenheit des Mondlichtes nicht wesentlich länger erschienen.

Dass die angedeuteten Widersprüche und Ungenauigkeiten gerade in dem Bericht enthalten sind, der von zwei Verfassern herrührt, ist vielleicht nicht zufällig, und da sich von vornherein erwarten lässt, dass an den einzelnen Angaben aus Malaka der

eine Berichterstatter nicht in demselben Grade mitgewirkt hat, wie der andere, darf man auch die Versicherung aussprechen, dass es für die Sache erspriesslicher gewesen wäre, wenn jeder Beobachter seinen Bericht lieber gleich ganz unabhängig von dem andern geliefert hätte, selbst auf die Gefahr hin, dass der eine dem anderen hie und da widerspricht, denn in diesem Falle könnte der Bearbeiter der Beobachtungen das Verlässliche von dem minder Verlässlichen leichter trennen.

Es ist bedauerlich, dass die Peilungen von Ternate ihrer Natur nach nicht jenen Grad von Genauigkeit haben können, den sie haben müssten, wenn sie zu einer massgebenden Bestätigung der von den Beobachtern in Malaka angedeuteten täglichen Bewegung herangezogen werden sollen; man ist daher leider genöthigt, das Beobachtungsergebniss, dass auch diese Peilungen für die Mitte des December die grösste Geschwindigkeit, und zwar drei Grade ergeben, einem neckenden Zufall zuzuschreiben.

Übrigens darf, wenn schon die anscheinend als sicher angegebene tägliche Bewegung von  $3^\circ$  durch die Rechnung nicht darstellbar ist, jetzt auch die Notiz, dass man in Peking aus der Beobachtung des Schweifes auf eine tägliche Bewegung des Kometen von  $1\frac{1}{2}^\circ$  geschlossen hat, nicht ganz verworfen werden, und die beiden Angaben können wenigstens als Grenzen angesehen werden, zwischen denen die nach der Rechnung nahe  $2^\circ$  betragende tägliche Bewegung liegt.

### Positionswinkel und Länge des Schweifes.

Besser und öfter als die Position des Kopfes ist die Richtung des Schweifes, besonders von Richaud, beobachtet worden. Es ist daher Gelegenheit geboten, den Positionswinkel des Schweifes mit der Richtung zur Sonne zu vergleichen. Da aber die Positionen des Kopfes in der Regel nicht direct aus den Beobachtungen entnommen, sondern nur durch Rechnung gefunden werden können, muss man sich vorerst eine, wenn auch nur hypothetische Ephemeride verschaffen. Ich habe zu diesem Zweck jene Bahn gewählt, welche bei strenger Darstellung der durch die Sterne  $\delta$  Lupi und  $\alpha$  Centauri gegebenen Positionen

auch der Aligmentposition möglichst nahe kommt, ohne damit behaupten zu wollen, dass diese Bahn den geocentrischen Lauf des Kometenkopfes wesentlich besser gibt, als irgend eine der übrigen. Die Kometenpositionen, welche sich aus dieser Bahn ergeben, sind bereits auf S. 1296 mitgetheilt.

Nach den Beobachtungen von Richaud ging der Schweif des Kometen am 18. December Morgens durch den Stern am westlichen Schenkel des Centaurus und durch den Stern am Bauch; zwei Tage vorher, also am 16. December Morgens, ging er zwischen den zwei Sternen der beiden Schenkel hindurch. Der Stern am Bauch ist  $\delta, \varepsilon$  Centauri, und mit dem Stern am westlichen Schenkel ist ohne Zweifel der Stern 3. Grösse  $\beta, \delta$  Centauri gemeint. Was aber den anderen Schenkelstern betrifft, so könnte man wohl nach der Karte von Bayer den mit  $\eta$  bezeichneten Stern für ihn halten; derselbe kommt aber in dieser Lage am Himmel nicht vor, und Baily hat ihn mit dem beinahe auf der entgegengesetzten Seite von  $\beta, \delta$  Centauri befindlichen Stern 5. Grösse, der von Lacaille mit  $\sigma$  bezeichnet ist, identificirt. Dieser Stern dürfte aber seiner geringen Helligkeit wegen von Richaud wohl nicht gemeint sein. Da nämlich von den zwei Sternen der zwei Schenkel ohne nähere Bezeichnung gesprochen wird, also die Identification dieser Sterne gleichsam als selbstverständlich hingestellt wird, muss man wohl annehmen, dass sie unter den für das freie Auge sichtbaren Sternen zu den helleren gehören und überdies von nahezu gleicher Helligkeit sind. Sterne 5. Grösse werden von den Beobachtern jener Zeit gewöhnlich „kleine Sterne“ genannt, eine Bezeichnung, die von Richaud am angeführten Orte nicht gebraucht wird.

Ich habe daher den Stern 3. Grösse  $\mu, \gamma$  Centauri, obwohl derselbe schon in den Lenden (in lumbis) des Centaurus liegt, als den anderen Schenkelstern angesehen und das aus den Positionen der Sterne  $\beta, \delta$  und  $\mu, \gamma$  Centauri gebildete Mittel, welches übrigens in die Nähe des Sternes  $\sigma$  fällt, als die Stelle angenommen, über welche der Kometenschweif am 16. December Morgens gegangen ist, also  $\lambda = 205^\circ 36' 29''$ ,  $\beta = -42^\circ 18' 36''$ .

Am 19. December Morgens ging der Schweif parallel zu den beiden Füßen des Centaurus; sein Positionswinkel  $p$  ist also unter der Voraussetzung, dass mit den beiden Füßen die Sterne

gemeint sind, durch den Positionswinkel von  $\beta$  Centauri gegen  $\alpha$  Centauri gegeben.

Am 20. December Morgens berührte der Schweif das Kreuz. Da der Komet von Norden nach Süden gegangen ist, hat er das Kreuz offenbar in der Nähe des nördlichsten Sternes, also bei  $\gamma$  Crucis, zuerst berührt, und der Ort dieses Sternes ist daher zur Bestimmung des Positionswinkels benützt worden.

Am 21. December, als der Komet nach Richaud's Angabe vom Fuss des Centaurus ungefähr  $1^\circ$  entfernt war, ging der Schweif durch den zweiten Fuss, also vermuthlich durch den Stern  $\beta$  Centauri, und durch den östlichen Arm des Kreuzes, also nahe durch  $\beta$  Crucis.

Der Bericht aus Malaka enthält zwei Schweifbeobachtungen.

Am 10. December Morgens, als der Komet im Rachen des Wolfes stand, ging der Schweif bei einer Länge von  $35^\circ$  bis zu dem Stern 5. Grösse, der über der rechten Hand des Centaurus ist. Pingré meint diesen Stern mit  $b$  oder  $d$  identificiren zu dürfen; berücksichtigt man aber die zu  $35^\circ$  angegebene Schweiflänge, so wird man unzweifelhaft auf den Stern  $p$  geführt.

Am 14. December Morgens, als der Komet beim Stern  $\omega$  Lupi, nach meiner Annahme bei  $d$  Lupi stand, ging sein Schweif durch die Mitte des Centaurus bis zum Fuss des Bechers. Ich habe  $\beta$  Crateris als Endpunkt des Schweifes und als Position des Kometenkopfes sowohl  $\omega$  als  $d$  Lupi angenommen.

Der Vollständigkeit halber sollen auch die schon erwähnten, von Duhalde in Peking mitgetheilten, übrigens recht mangelhaften Schweifbeobachtungen vorgeführt werden.

Zu Peking hat man vom Kometen überhaupt nur den Schweif gesehen; man beobachtete ihn vom 11. bis zum 15. December Morgens und sah ihn hierauf noch 4 oder 5 Tage, aber sehr schwach. Eine bestimmte Angabe liegt vom 11. December vor, wo der sichtbare Theil des Schweifes  $10^\circ$  bis  $12^\circ$  lang war; er endigte fast unmittelbar unter den drei Sternen, welche in der Krümmung des Schweifes der Hydra ein kleines, gleichschenkliges Dreieck bilden, erstreckte sich von da gegen den Centaurus und ging über die zwei Sterne in dessen rechter Schulter. Die Identification dieser Sterne ist wohl von selbst gegeben: die das Triquetrum bildenden Sterne in der Hydra sind  $\xi$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ , und von den zwei

Sternen in der rechten Schulter des Centaurus ist der eine bestimmt  $\iota$ , der andere höchstwahrscheinlich  $d$  Centauri. Als Länge des sichtbaren Schweifstückes ergibt sich daraus allerdings mehr als  $12^\circ$ , nämlich etwa  $18^\circ$ , beachtet man aber, dass der Schweif schon unterhalb des Triquetrum, also in grösserer Rectascension oder Länge geendigt hat, so kommt man durch diese Verkürzung der zu nur  $12^\circ$  angegebenen Schweiflänge etwas näher. Nach Struyck's Mittheilung wäre übrigens im Original nicht Grad, sondern Fuss zu lesen, also die Schweiflänge in einem unbestimmten Sinn ausgedrückt; als Breite des Schweifes ist ein Fuss angegeben. Die durch diese Sterne bestimmte Schweifrichtung stimmt mit den Angaben der übrigen Beobachter ganz befriedigend überein, wovon man sich schon nach dem Anblick der Karte leicht überzeugt, besser aber noch, wenn man den Positionswinkel des Schweifes etwa in der Weise berechnet, dass man  $\beta$  Hydrae und die Mitte zwischen  $\delta$  Centauri und  $d$  Centauri in der Schweifaxe liegend annimmt.

Die Berechnung sämmtlicher Positionswinkel in der ange deuteten Weise führt zu folgenden Zahlen, denen unter  $C$  auch der zugleich mit dem Positionswinkel sich ergebende scheinbare Abstand des Schweifpunktes vom Kometenkopf beigesetzt ist. Die Rubrik „Sterne“ gibt an, durch welche Sterne die Richtung des Schweifes bestimmt ist. Alle Positionswinkel beziehen sich auf die Ekliptik.

1689	Sterne	$C$	$p$	$p-p_0$
Dec. 9·4	$p$ Centauri .	.37°34'	247°45'	+20°10'
13·4	{ $\omega$ Lupi und $\beta$ Crateris	.57 52	252 56	+27 44
	{ $d$ Lupi und $\beta$ Crateris . . . . .	.57 24	254 21	+32 41
15·4	{ Mitte zwischen $\delta$ Cen- }	.28 58	234 3	+14 39
	{ tauri und $\gamma$ Centauri }			
17·4	{ $\epsilon$ Centauri . . . . .	.14 12	238 20	+20 58
	{ $\delta$ Centauri	.28 27	236 22	+19 0
18·4	parallel zu $\alpha$ und $\beta$ Centauri	—	247 57	+31 32
19·4	$\gamma$ Crucis . . . . .	.20 38	230 45	+15 16
20·4	{ $\beta$ Centauri	7 14	221 6	+ 6 30
	{ $\beta$ Crucis . . . . .	.16 38	227 56	+13 20

Die Differenzen  $p-p_0$  haben durchgehends dasselbe Vorzeichen und stimmen auch untereinander in einem nicht unbefriedigenden Grade überein.

Dass der für Dec. 18·4 gefundene Positionswinkel von den Nachbarwerthen etwas mehr, als zu erwarten ist, abweicht, kann vielleicht darauf zurückgeführt werden, dass der Parallelismus und überhaupt die Neigung zweier, einigermassen von einander entfernter Bogenstücke an der Sphäre nur schwer geschätzt werden kann, wenn das eine derselben relativ kurz, z. B. im vorliegenden Falle die Distanz zwischen  $\alpha$  und  $\beta$  Centauri nur  $4^{\circ} 43'$  im grössten Kreis ist.

Im Gegensatz hiezu ist der für Dec. 13 4 resultirende, ebenfalls grössere Positionswinkel gewiss reell, und, da der äusserste Punkt des Schweifes in Rechnung gezogen erscheint, offenbar durch die gegen das Ende hin vermuthlich noch stärker werdende Krümmung des Schweifes verursacht.

Die Krümmung des Schweifes ist möglicherweise auch dadurch angedeutet, dass Dec. 20·4 der vom Kometenkopf entferntere Schweifpunkt,  $\beta$  Crucis, den Positionswinkel weiter nach Norden dreht, als der nähere Punkt,  $\beta$  Centauri. Da aber der Schweif die genannten Sterne wahrscheinlich nicht mit seiner Mittellinie gedeckt, sondern vielleicht nur mit seinem Rande berührt hat, verliert diese Folgerung etwas von ihrer Verlässlichkeit, mehr aber noch durch die Unsicherheit der Position des Kometenkopfes; während nämlich Richaud angibt, dass der Komet an diesem Tage vom Fuss des Centaurus ungefähr  $1^{\circ}$  entfernt war, sind die beiden Positionswinkel mit einer Kometenposition gerechnet, welche sich  $3\frac{2}{3}^{\circ}$  nördlich von  $\alpha$  Centauri befindet. Wollte man die Annahme, dass Richaud mit dem ersten Fuss des Centaurus nicht den Stern, sondern überhaupt die Figur des Fusses gemeint hat, auch auf den zweiten Fuss ausdehnen, so würde der kleine Betrag  $p - p_0 = 6\frac{1}{2}^{\circ}$  von selbst entfallen.

Der Übelstand, dass die letzten Kometenpositionen möglicherweise um einige Grade unrichtig sind, macht auch die letzten Positionswinkel sämmtlich etwas unsicher. Es ist daher doppelt zu bedauern, dass die Bahn des Kometen nicht sicher bestimmt werden kann, denn die Schweifbeobachtungen würden, da sie nicht nur zu den zahlreicheren, sondern anscheinend auch zu den besseren aus jener Zeit gehören, einen kleinen Beitrag zur Kenntniss der Natur dieses Kometen liefern, wenn die Rückbeugung des Schweifes in der Bahn berechnet werden könnte.

Da aber zu dieser Berechnung die genaue Kenntniss der Lage der Bahnebene, also namentlich von  $\Omega$  und  $i$  erforderlich ist, und gerade diese Elemente einen so grossen Spielraum zulassen, dass sie beinahe als unbestimmt gelten können, so muss man davon absehen, aus  $p-p_0$ , d. h. aus der Projection der Rückbeugung diese selbst zu bestimmen, und sich mit dem Beobachtungsergebniss begnügen, dass die Rückbeugung immerhin eine bedeutende gewesen ist, und daher die Erde zur Zeit der Beobachtungen nicht in der Nähe der Bahnebene des Kometen gestanden sein kann, dass also weder  $\Omega$ , noch  $\vartheta$  mit  $L$  zusammenfallen darf.

Auch die wahre Länge des Schweifes kann aus diesem Grunde nicht genau ermittelt werden. Um aber wenigstens zu einer genäherten Kenntniss der wahren Schweiflänge zu gelangen, habe ich die bei diesem Kometen offenbar nicht zutreffende Annahme gemacht, dass der Schweif die geradlinige Verlängerung des Radiusvectors bildet, dass sich also die wahre Schweiflänge  $c$  aus der scheinbaren  $C$  ergibt durch

$$c = \frac{\rho \sin C}{\sin(K-C)},$$

worin  $K$  der Winkel am Kometen in dem durch Erde, Sonne und Komet gebildeten ebenen Dreieck ist und durch

$$\operatorname{tang} \frac{K}{2} = \sqrt{\frac{(s-r)(s-\rho)}{s(s-R)}}, \quad s = \frac{1}{2}(r+\rho+R)$$

gefunden wird.

Da die aus den verschiedenen Elementensystemen abgeleiteten Winkel  $K$  oben im Anschluss an  $\log r$  und  $\log \rho$  schon mitgetheilt sind, lassen sich die scheinbaren Längen  $C$  sofort in die wahren Längen  $c$  umsetzen. Will man den Verlauf der Schweiflänge während des ganzen Beobachtungszeitraumes kennen lernen, so muss man Beobachtungen benützen, welche einigermaßen zahlreich und von demselben Beobachter oder wenigstens an demselben Orte gemacht sind; als solche bieten sich die Beobachtungen von Ternate dar. Die Beobachtungsstunde von Ternate darf man hier ohne Schädigung des Resultates mit der von Malaka oder Pondicherry zusammenfallen lassen. Ich habe zunächst mit

solchen Bahnen, welche für Dec. 13·4 nahe an  $\omega$  Lupi vorbeiführen und somit, weil sie dem Kometen eine zunehmende Geschwindigkeit geben, nicht wahrscheinlich sind, die wahren Schweiflängen berechnet, und zwar sowohl mit der von E. Vogel, als mit der von mir gefundenen Bahn; jene sind mit  $c_1$ , diese mit  $c_2$  bezeichnet.

	1689	$C$	$c_1$	$c_2$
Dec.	8·4	$35\frac{1}{2}^\circ$	0·37	0·61
	13·4	45	0·35	0·69
	14·4	47	0·34	0·71
	17·4	$47\frac{1}{2}$	0·29	0·68
	21·4	60	0·33	1·01

Nach der Bahn von E. Vogel ist die Übereinstimmung der wahren Schweiflängen  $c_1$  fast überraschend, und auch nach meiner ersten Bahn sind die Schweiflängen  $c_2$ , abgesehen von der letzten, nicht wesentlich von einander verschieden.

Ganz anders aber gestaltet sich die wahre Schweiflänge, wenn man sie nach einer Bahn berechnet, welche dem Kometen bei kleiner Periheldistanz eine abnehmende Geschwindigkeit gibt, wie es bei der von Pingré oder irgend einer von mir mit einem ähnlichen Erfolg abgeleiteten Bahn der Fall ist. Die wahren Schweiflängen wachsen in diesem Falle fast mit jedem Beobachtungstag, und zwar hauptsächlich darum, weil bei nur geringer Änderung der Distanz  $\rho$  der Winkel  $K$ , also auch der Nenner  $\sin(K-C)$  immer kleiner wird.

Um diese Verhältnisse darzulegen, führe ich hier jene Schweiflängen  $c_3$  an, welche sich ergeben, wenn meine letzte, durch  $d$  Lupi und  $\alpha$  Centauri gelegte und nahe an der Aligmentposition vorbeigehende Bahn benützt wird.

	1689	$C$	$c_3$
Dec.	8·4	$35\frac{1}{2}^\circ$	0·45
	13·4	45	0·66
	14·4	47	0·72
	17·4	$47\frac{1}{2}$	0·85
	21·4	60	2·00

Was hier überrascht, ist die stetige und rasche Zunahme der wahren Schweiflänge und die aussergewöhnliche Grösse der

letzten Zahl. Bei einiger Überlegung verliert aber dieses scheinbare Missverhältniss etwas von seiner Schroffheit. Vor Allem gibt es analoge Fälle. So ist es eine erwiesene Thatsache, dass die auffallendsten Folgen der Einwirkung der Sonne auf die Kometen nicht im Perihel selbst, sondern erst einige Zeit nach dem Perihelldurchgange zu bemerken sind, auch sind schon eingemalte, freilich nur selten, Schweiflängen beobachtet worden, welche der von Dec. 21·4 nicht wesentlich nachstehen; so hat man für ☿ 1843 I  $c = 1·7$  gefunden. Ferner ist zu erwarten, dass der letzte Werth von  $c$ , welcher dem Durchmesser der Erdbahn gleichkommt, kleiner ausfallen würde, wenn die Zurückbeugung des Schweifes einigermaßen sicher berechnet werden könnte.

Trotzdem erscheint es bedenklich, dass so aussergewöhnliche Schweiflängen gerade bei einem Kometen auftreten, dessen Bahn sehr unsicher ist. Ich möchte hier an den Kometen von 1668 erinnern, für dessen Schweiflänge ich ähnliche Rechnungen wie für die des Kometen von 1689 gemacht habe. Nimmt man an, dass die auf der bekannten Karte: „*Observationes Goae habitae circa Phaenomenum coeleste, quod apparuit mense Martio a. 1668*“ den einzelnen Tagen beigetzten geraden Linien die jeweilige Länge des Schweifes darstellen, so ist der Schweif am 10., 11. und 12. März am längsten gewesen, nämlich  $37^\circ$ , ohne jedoch in den folgenden Tagen wesentlich abzunehmen; vom 18. bis zum 21. März ist zwar, wie die theilweise Punktirung der Linien in Verbindung mit dem Text anzeigt, der Schweif wegen des zunehmenden Mondlichtes nicht mehr in seiner ganzen Länge deutlich sichtbar gewesen, trotzdem stehen aber die eingezeichneten Dimensionen den übrigen nicht wesentlich nach. Damit stimmt im Allgemeinen auch der Bericht von Estancel in Brasilien, worin gesagt wird, dass die grosse Helligkeit des Schweifes nur drei Tage, vom 5. März an gerechnet, dauerte und dann beträchtlich abnahm, und worin besonders hervorgehoben wird, dass trotz des Lichtverlustes die Grösse des Schweifes nicht ab-, sondern eher noch zunahm, bis der Komet ganz verschwand.

Auch für den Kometen von 1689 geht aus dem Bericht von Ternate hervor, dass am 18. und 22. December der Schweif lichtschwächer, wenn auch länger war als früher. Durch den Mond kann diese Schwächung nicht verursacht worden sein,

weil derselbe am 18. December nahe im ersten Viertel und somit in den Morgenstunden unter dem Horizont war.

Bestimmt man nun für den Kometen von 1668 nach der Karte die scheinbare Länge des Schweifes für März 9, 13, 17, 21 und nimmt für den letzten Tag, an welchem die punktirte Linie schon den Rahmen berührt und daher vielleicht noch etwas länger sein sollte, die Länge vom 20. März an, so findet man, wenn die so erhaltenen Längen  $C$  sowohl mit Henderson's direct gerechneter Bahn, als auch mit der Bahn des Kometen 1843 I in wahre Längen  $c$  umgesetzt werden, die folgenden Zahlen:

1668	$C$	$c$ (direct)	$c$ (1843 I)
März 9	31°	0·39	0·54
13	35	0·39	0·82
17	34	0·35	1·07
21	33	0·33	1·40

An dem Wesen der Sache wird offenbar nichts geändert, wenn man die kleinen Unterschiede zwischen  $C$ , wie sie sich aus der Karte ergeben, als zufällig betrachtet und  $C$  constant annimmt; unter dieser Annahme zeigt sich der Gang der wahren Schweiflängen  $c$  noch etwas deutlicher. Wählt man  $C = 35^\circ$ , jenen Werth, den der Text etwas abweichend von der Karte für den 9. März angibt, so findet man:

1668	$C$	$c$ (direct)	$c$ (1843 I)
März 9	35°	0·44	0·63
13	35	0·39	0·82
17	35	0·36	1 12
21	35	0·35	1·59

Nach der direct gerechneten Bahn wäre also die wahre Schweiflänge  $c$  in diesem Zeitraum, nämlich 2 bis 3 Wochen nach dem Perihel, wenn auch nicht bestimmt kleiner, so doch wenigstens nicht grösser geworden, nach der Bahn des Kometen 1843 I aber bedeutend gewachsen.

Untersucht man, ob vielleicht auch beim Kometen 1843 I die wahre Schweiflänge nach dem Perihel in ähnlicher Weise

zugenommen hat, so geht aus den vereinzeltten Beobachtungen, welche ich benützen konnte, eine solche Zunahme nicht hervor.

Die Ähnlichkeit der hier für den Kometen von 1668 gefundenen Verhältnisse mit denen, welche sich für den Kometen von 1689 ergeben haben, ist so auffallend, dass man wieder an die schon weiter oben angedeutete Möglichkeit erinnert wird, der Komet von 1689 könnte, wenn er schon einer Kometengruppe angehört und von der Gruppe 1843 I, 1880 I, 1882 II ausgeschlossen bleiben muss, wenigstens mit dem Kometen von 1668 und vielleicht auch mit dem von 1695 und 1702 I eine eigene, der genannten ähnliche Gruppe bilden. Auch im Jahre 1618 ist vom 10. bis zum 29. November, und zwar auch in Europa ein Komet oder richtiger ein Kometenschweif gesehen worden, dessen Erscheinung beinahe ein vollständiges Abbild der des Kometen von 1689 ist, nur mit dem wesentlichen Unterschied, dass sie sich um 3 bis 4 Wochen früher gezeigt hat.

Da aber der Hinweis auf diese Ähnlichkeiten nicht durch sichere Zahlen gestützt werden kann, indem weder zu einer directen Bahnrechnung irgend eines dieser Kometen, noch zu einem Anschluss an andere, gut bestimmte Kometen hinreichendes Material vorliegt, sollen diese Vermuthungen nicht weiter verfolgt werden, denn man würde, wie in ähnlichen Fällen so auch hier wieder finden, dass, je mangelhafter und unbestimmter die Beobachtungen sind, desto interessantere, aber auch desto unverbürgtere Resultate aus ihnen herausgerechnet werden können.

Aus der vorliegenden Untersuchung geht also bezüglich der Darstellbarkeit der Orts- und Geschwindigkeitsangaben Folgendes hervor.

Behält man den von den Beobachtern in Malaka angegebenen Stern  $\nu, \omega$  Lupi als Ort des Kometen für den Morgen des 14. December bei, so ergibt sich eine mit der Zeit zunehmende Geschwindigkeit, ein Resultat, welches der von denselben Beobachtern ausgehenden Bemerkung über die Abnahme der Geschwindigkeit schnurstracks entgegen ist.

Eine tägliche Bewegung von  $3^\circ$  während des Beobachtungszeitraumes ist überhaupt nicht zu erreichen, ausser durch Bahnen mit ziemlich grosser Periheldistanz, die aus dem Grunde sehr unwahrscheinlich sind, weil man den Kometen in diesem Falle

auch schon früher in fast ebenso grosser Schönheit, und zwar in nördlicheren Gegenden hätte sehen müssen. Der lange Schweif in Verbindung mit den thatsächlichen Sichtbarkeitsverhältnissen des Kometen deutet auf eine kleine Periheldistanz.

Sieht man demgemäss von der Erreichung einer so grossen Geschwindigkeit ab und beschränkt sich darauf, Bahnen zu finden, nach denen die Geschwindigkeit überhaupt, ohne Rücksicht auf ihren numerischen Betrag, immer kleiner wird, so muss als mittlerer Ort statt  $v$ ,  $\omega$  Lupi ein mehr südlich stehender Stern gewählt werden, wozu sich am besten  $d$  Lupi eignet. Eine solche durch  $d$  Lupi und  $\alpha$  Centauri gehende und an der Alignementposition möglichst nahe vorbeiführende Bahn ist die folgende:

$$\begin{array}{l}
 T = 1689 \text{ Nov. } 30 \cdot 1654 \text{ m. Z. Paris} \\
 \left. \begin{array}{l}
 \pi - \Omega = 78^\circ 10' 39'' \\
 \Omega = 279 \quad 24 \quad 28 \\
 i = 63 \quad 11 \quad 30
 \end{array} \right\} \text{ m. Äqu. } 1690 \cdot 0 \\
 \log q = 8 \cdot 80909
 \end{array}$$

Die Abnahme der Geschwindigkeit ist zwar auch nach dieser Supposition noch keine bedeutende, wird aber auffallender, wenn der zum Morgen des 23. December gehörende Kometenort nicht mit  $\alpha$  Centauri zusammenfallend, sondern noch etwas nördlich davon angenommen wird.

Es kann also die eine Angabe, dass die Geschwindigkeit überhaupt abgenommen hat, durch die Rechnung dargestellt werden, die andere, dass sie im Maximum  $3^\circ$  gewesen ist, aber nicht.

Um die beobachtete Krümmung des Schweifes darzustellen, soll der Knoten  $\Omega$  weder bei  $258^\circ$  bis  $272^\circ$ , noch bei  $78^\circ$  bis  $92^\circ$  liegen, eine Forderung, welcher auch die zuletzt angeführte Bahn nicht hinreichend genügt. Übrigens ist die Bestimmung von  $\Omega$ ,  $i$  und  $(\pi - \Omega)$  bei diesem Kometen eine sehr unsichere, und nur von der aus diesen drei Elementen sich ergebenden Richtung der Bahnaxe lässt sich mit einiger Sicherheit sagen, dass sie gegen die Ekliptik ziemlich stark geneigt, und zwar die heliocentrische Breite des Perihels  $b_0$  nahe an  $+50^\circ$  oder  $+60^\circ$  sein muss.

Will man die ganze Erscheinung des Kometen durch eine andere, schon vor mir berechnete Bahn einigermaßen befriedi-

gend darstellen, so hat man der von Pingré den Vorzug zu geben.

Sucht man den geocentrischen Lauf des Kometen 1689 durch die Bahnelemente eines zur Gruppe 1843 I, 1880 I, 1882 II gehörenden und speciell durch die Elemente des Kometen 1882 II darzustellen, so ist weder eine abnehmende Bewegung, noch eine hinlängliche Annäherung an  $\alpha$  Centauri zu erreichen, und diese beiden Umstände dürften das bedeutendste Hinderniss bilden, welches sich der Zugehörigkeit des Kometen 1689 zu der genannten Gruppe entgegenstellt.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [100\\_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Holetschek Johann

Artikel/Article: [Über den Kometen des Jahres 1689. 1266-1319](#)